

AUS DEM INSTITUT FÜR MEDIZINISCHE BALNEOLOGIE UND KLIMATOLOGIE
DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Vorstand: Prof. Dr. med. H. Drexel

Ergometrische und psychometrische Untersuchungen
zur Wirkung der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie
nach Manfred von Ardenne

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Gudrun Mützel

aus

Türkheim

1984

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. med. W. Schnizer

Mitberichterstatter: Prof. Dr. med. H. Drexel

Dekan: Prof. Dr. med. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 27.3.84

Inhaltsverzeichnis

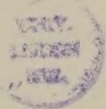
	Seite
1. Einleitung	1
2. Methodik	3
2.1. Untersuchungsgut	3
2.2. Therapie	4
2.3. Vergleichsgruppen	5
2.4. Messungen	6
2.4.1. SMT-Hauptuntersuchungen	6
2.4.2. Verlaufskontrolle des Ergometer- trainings	7
2.4.3. Psychometrie	9
3. Auswertung	11
3.1. SMT-Hauptuntersuchung und Ergometertrai- ning	11
3.2. Psychometrie	12
4. Ergebnisse	14
4.1. SMT-Hauptuntersuchungen	14
4.1.1. Herzfrequenz	14
4.1.2. Blutdruck	15
4.2. Ergometertraining	22
4.2.1. Herzfrequenz	22
4.2.2. Blutdruck	22
4.2.3. Belastungsintensität	23
4.3. Psychometrie	31

	Seite
5. Diskussion	39
6. Zusammenfassung	55
7. Literaturverzeichnis	57

1. Einleitung

Alterskrankheiten treten infolge der im Mittel angestiegenen Lebenserwartung der Bevölkerung immer häufiger auf. Noch vor 50 Jahren kam ihnen nur eine geringe Bedeutung zu, weil die meisten Menschen nicht das Alter erlebten, in dem sich Abnutzungserscheinungen des Herzens, des Blutgefäßsystems, des Skeletts, des Gehirns und der Sinnesorgane sowie Anfälligkeit für Infektionskrankheiten infolge Altersschwäche bemerkbar machen. Alterskrankheiten sind deshalb nicht nur zu einem sozialen Problem geworden. Auch der Medizin stellen sich neue Aufgaben und Anforderungen. In einem neuen Spezialgebiet für Alternsforschung, der Gerontologie, bemüht sie sich, Ursachen des Alterns zu ergründen und Wege zu finden, um die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit zu erhalten, sowie altersbedingte Beschwerden zu mildern (BLEI 1983).

Manfred von ARDENNE hat die Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie, genannt SMT, entwickelt, die sich speziell gegen geriatrische Beschwerden richtet. Die Therapie baut darauf auf, daß eine der Ursachen altersbedingter Leistungsabnahme in relativem Sauerstoffmangel zu sehen ist, und versucht, den abgesunkenen arteriellen Ruhesauerstoffpartialdruck dauerhaft zu erhöhen.



In der vorliegenden Arbeit sollen folgende Fragen geklärt werden:

- 1) Kann als Folge der SMT die bislang nur subjektiv von Patienten angegebene Leistungssteigerung (ARDENNE 1981; LIPPMANN 1980) in ergometrischen Kreislaufbelastungstests objektiviert werden?
- 2) Wie verhalten sich die Kreislaufparameter im Verlauf der Therapie ?
- 3) Ist eine Veränderung der subjektiven Beschwerden nach der Therapie zu beobachten ?
- 4) Läßt sich die in der Literatur angegebene Verbesserung der Konzentrationsfähigkeit und des Kurzzeitgedächtnisses (LIPPMANN 1980) durch einen psychometrischen Test objektivieren ?

2. Methodik

2.1. Untersuchungsgut

Die Untersuchungen fanden an der Buchbergklinik (Chefarzt Dr. med. Th. Kleinschmidt) in Bad Tölz statt. 8 Frauen und 46 Männer zwischen 47 und 68 Jahren (Durchschnittsalter 58,3 Jahre) nahmen daran teil. Die Auswahl der Patienten erfolgte durch die Stationsärzte der Kurklinik in der Eingangsuntersuchung nach folgenden Kriterien :

- a) Die Patienten sollten ca. 50 Jahre und älter sein.
- b) Die Patienten sollten eine ausreichende Belastungsfähigkeit im Belastungs-EKG zeigen.
- c) Die Patienten sollten ausreichend motiviert sein.

Wie Tab. 1 aufschlüsselt, litten die Patienten hauptsächlich an Erkrankungen des kardiovaskulären Systems. Pulmonologische Erkrankungen kamen nicht vor.

Tab. 1: Charakterisierung der Patienten nach Hauptdiagnosen

Hauptdiagnose	Patientenzahl
essentielle Hypertonie und Folgeerkrankheiten (Herzinsuffizienz)	20
Koronare Herzkrankheit, Angina pectoris, Infarkt	7
Hypotone Kreislaufregulationsstörungen	5
Cerebrovaskuläre Insuffizienz, Apoplex	14
Psychovegetatives Syndrom	4
Degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates	1
Funktionsstörungen des Verdauungssystems	1

2.2. Therapie

Die SMT besteht aus 3 Behandlungsschritten, nämlich Sauerstoffinhalation, medikamentöser Beeinflussung der O_2 -Utilisation und körperlicher Bewegung zur Aktivierung der Blutzirkulation. Die Patienten inhalierten insgesamt 36 Std., intermittierend 3 -4 Std. täglich, ein Luftgemisch mit 80 % O_2 bei einer Flußrate von 4 l/min. Die O_2 -Applikation erfolgte über einen Nasenkatheter aus einer Sauerstoffflasche der Fa. LINDE oder aus einem Sauerstoffkonzentrator Modell 975 der Fa. DE VILBISS. Der zweite Schritt der SMT, die Gabe des Medikaments Oxygenabund[®], soll die O_2 -Utilisation in den Zellen verbessern. Die Patienten nahmen vor einer Inhalation je 1 Tablette Oxygenabund (30 mg Thiaminhydrochlorid, 100 mg Magnesiumorotat, 75 mg Dipyridamol) und je einen Teelöffel reiner Ascorbinsäure nach Belieben in einem Getränk aufgelöst. Zum dritten Therapieschritt gibt von ARDENNE die Anweisung, die Herzfrequenz solle bei einem anstrengenden Bewegungstraining für 10 Minuten lang mindestens 110 betragen. Um diese Belastungsintensität einzuhalten, wurde während der SMT täglich ein 10-minütiges kontrolliertes Ergometertraining durchgeführt. Die Wattzahl wurde so einreguliert, daß eine Herzfrequenz von 170 minus Lebensalter erreicht wurde. Bei 5 Patienten unter Betablockerbehandlung wurde die Belastungsherzfrequenz um 10 Schläge reduziert. Wir folgten damit bei der Dosierung des Trainings Empfehlungen von BAUM 1971, BERG 1980, ECKERT 1977 und HOLLMANN 1972.

Die SMT wurde zusätzlich zur Kurtherapie der Kurklinik angebo-

ten. Da im Tölzer Kurplan die Bewegungstherapie mit Zielsetzung eines Ausdauertrainings breiten Raum einnimmt, hatten unsere Patienten außerdem folgendes Trainingspensum abzuleisten:

- täglich 15 Minuten zügiges Schwimmen
- täglich Terraintraining am Wackersberg (400 m Weglänge mit 12 % Steigung in ärztlich verordnetem Schrittempo)
- täglich mehrstündliches Wandern in der Ebene (600 - 700 m über NN), am "halben Berg" (Oberfischbach, Wackersberg, 700-900 m über NN) oder in mittlerer Höhenlage (Blomberg, 900 - 1200 m über NN)
- jeden zweiten Tag je 30 Minuten Trockengymnastik in einer Leistungsgruppe. Das Übungsprogramm bestand aus Lockerungs-, Anspannungs- und Entspannungsgymnastik, Bodenübungen, Übungen mit statischer Muskelbelastung und Übungen mit Geräten.

Zur Kurtherapie gehörten Bädertherapie, Kneippbehandlung, Massagen, Diät und Verhaltenstherapie.

2.3. Vergleichsgruppen

Zur Klärung der Effektivität der SMT wurden die Patienten in 3 Gruppen eingeteilt. 38 Patienten, die Therapiegruppe, erhielten die komplette SMT, bestehend aus Inhalation, Medikation und Bewegungstherapie. Bei 5 weiteren Patienten, der Placebogruppe, unterschied sich die Therapie von der der Therapiegruppe nur dadurch, daß die umgebauten Sauerstoffapparate bei Betrieb nur Luft abgaben.¹¹ 11 Patienten, die Bewegungsgruppe, erhielten Medikation und Bewegungstraining wie die

Das Meßprogramm, das für alle Gruppen in gleicher Weise durchgeführt wurde, beinhaltet 7 Meßzeitpunkte, an denen jeweils die Herzfrequenz und der Blutdruck gemessen wurden. Die Herzfrequenz wurde mittels zweier EKG-Elektroden von der Brustwand abgeleitet und konnte dann auf der Skala eines Ergofit 100 Herzmonitor der Fa. RESCH abgelesen werden. Die Blutdruckwerte wurden mit einem konventionellen mechanischen Gerät nach der RIVA-ROCCI-Methode bestimmt.

Nach 10 min. Ruhe in liegender Position erfolgte die erste Messung (A). Von der 13. - 33. Minute inhalierte der Patient O_2 . Weitere Messungen erfolgte in der 20. min (B) und der 30. min. (C). Nach der Inhalation wurde gewartet, bis der arterielle Ausgangs- pO_2 erreicht war und dann Messung (D) in der 40. min vorgenommen. Messung (E) erfolgte in der 45. min nach 4 min Belastung auf einem mechanisch gebremsten Fahrradergometer der Fa. MONARK in sitzender Position bei 50 Watt, Messung (F) nach weiteren 4 min bei 80 Watt. Der Belastungstest mußte 8mal während U_1 und einmal während U_2 jeweils bei 80 Watt abgebrochen werden. Ursache waren Erschöpfung oder überhöhte Blutdruckreaktion während der Belastung. Messung (G) fand 5 Minuten nach der Belastung statt.

2.4.2. Verlaufskontrolle des Ergometertrainings

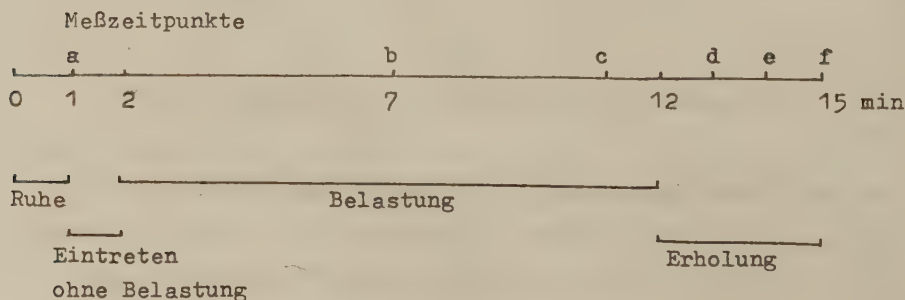
Für die Verlaufskontrolle der SMT wurde das Ergometertraining auch als täglicher Leistungstest betrachtet. Es fand an jedem Tag der 10-tägigen SMT vormittags statt. Insgesamt schwankte

dabei die Trainingsdauer pro Patient zwischen 7 und 10 Tagen. Auf tageszeitliche Konstanz der Termine jedes Probanden wurde geachtet. Die Meßgeräte waren die gleichen wie bei den SMT-Hauptuntersuchungen. Dauer und Intensität der Belastung wurden oben beschrieben.

Jedes Training zeigte folgenden Ablauf (Abb. 2):

Zunächst wurden die Ruhewerte der Herzfrequenz und des Blutdruckes auf dem Fahrrad sitzend bestimmt (a). Nach ca. 1 Minute Treten der Pedale ohne Belastung wurde der Proband mit der Wattzahl, die zur Erreichung der geforderten Pulszahl nötig war, für 10 Minuten belastet. Gemessen wurde in der 5. und 9. Minute der Belastung sowie in den ersten 3 Minuten Erholungszeit auf dem Fahrrad sitzend die Herzfrequenz und der Blutdruck (b, c, d, e, f). Die Kontrolle der Belastungs- und Erholungswerte diente der Früherkennung eventueller Kreislaufregulationsstörungen, die einen Abbruch des Ergometertrainings und ärztlicher Behandlung bedurft hätten. Die Belastungs- und Erholungswerte gingen nicht in unsere Berechnungen ein.

Abb. 2: Ablauf des Ergometertrainings



2.4.3. Psychometrie

Alle Probanden dieser Versuchsreihe hatten vor und nach der Therapie eine Kurzform der HHM-Beschwerden-Liste nach ZERSSEN 1971 (Abb.3) auszufüllen. Die Beschwerdenliste ist ein Selbstbeurteilungsfragebogen mit den abgestuften Antwortmöglichkeiten stark - mäßig - kaum - gar nicht. Er soll den Grad subjektiver Befindensstörungen messen.

Um ein Bild von der Konzentrations-, Merk- und Lernfähigkeit der Patienten vor und nach der Therapie zu erhalten, wurde der Zahlen-Symbol-Test, ein Untertest aus dem Hamburg-Wechsler-Intelligenztest für Erwachsene, HAWIE, benutzt. Die Patienten hatten die Aufgabe, in 90 Sekunden nach einem Musterbeispiel möglichst viele Symbole den entsprechenden Zahlen zuzuordnen.

3. Auswertung

3.1. SMT-Hauptuntersuchung und Ergometertraining

Die Untersuchungsergebnisse aus den Kreislauffunktionstests wurden auf Lochkarten übertragen und mit Rechenprogrammen des Leibniz-Rechenzentrums der Bayer. Akademie der Wissenschaften auf der Rechenanlage CDC 175 ausgewertet. In der Auswertung faßten wir die Placebo- und die Bewegungsgruppe zu einer Kontrollgruppe zusammen. Einmal war die Placebogruppe mit 5 Personen für gültige statistische Aussagen zu klein. Zum andern unterschied sich die Therapie der Placebogruppe bis auf die Inhalationen praktisch nicht von der der Bewegungsgruppe. Bei den SMT-Hauptuntersuchungen wurden der Mittelwert und der Standardfehler des Mittelwertes der Herzfrequenz- und Blutdruckwerte pro Untersuchungsgang (U_1 , U_2) und Meßzeitpunkt, für das tägliche Ergometertraining der Mittelwert und der Standardfehler des Mittelwertes der Ruheherzfrequenz, des Ruheblutdrucks und der Wattzahlen pro Tag errechnet. Danach wurde auf der Rechenanlage TR 440 mit Programmen von DIXON 1983 mit dem t-Test die Signifikanz der Mittelwertdifferenzen geprüft. Die Signifikanzgrenzen wurden wie folgt festgelegt :

$p > 0,05$	nicht signifikant	(ns)
$0,01 < p < 0,05$	schwach signifikant	(ss)
$0,001 < p < 0,01$	signifikant	(s)
$p < 0,001$	hoch signifikant	(hs)

3.2. Psychometrie

Die Beschwerden-Liste wurde nach ZERSSSEN 1971 so beurteilt, daß ein Kreuz in der Rubrik "gar nicht" einen Punkt, in der Rubrik "kaum" 2 Punkte ergab; für ein Kreuz unter "mäßig" wurden 3 Punkte und für ein Kreuz unter "stark" 4 Punkte gegeben. Wurde ein Item vergessen anzukreuzen, wurde gewertet, als ob die Rubrik "gar nicht" angekreuzt wurde. Wurden mehr als 2 Items nicht angekreuzt, mußte laut Manual von ZERSSSEN 1976 der Testbogen verworfen werden. Die Punktesumme aller Items diente dann als Score. Anschließend wurden je Gruppe und Untersuchungstermin der Mittelwert und der Standardfehler des Mittelwertes der Summenscores ermittelt. Hier wurde, wie auch beim Zahlen-Symbol-Test, nach Therapie-, Placebo- und Bewegungsgruppe getrennt. Außerdem wurde für die einzelnen Items des Tests je Gruppe und Untersuchungstermin der Mittelwert und der Standardfehler des Mittelwertes errechnet.

Beim Zahlen-Symbol-Test wurde nach WECHSLER 1964 so vorgegangen, daß die Gesamtzahl der richtig eingesetzten Symbole die erreichte Punktezahl ergab. Die maximal erreichbare Punktzahl ist 67 Punkte. Das Zeichen , das der Ziffer 2 zugeordnet ist, wird öfter mit dem Buchstaben N verwechselt. Diese Lösung gilt als halber Punkt. Danach wurde für jede Gruppe je Untersuchungstermin der Mittelwert und der Standardfehler des Mittelwertes errechnet.

Mit dem t-Test wurde für beide psychometrischen Tests auf der Rechenanlage TR 440 mit Programmen von Dixon 1983 die Signifikanz der Mittelwertdifferenzen geprüft.

In den nachfolgenden Tabellen und Abbildungen des Ergebnisteils werden als Abkürzung gebraucht:

U_1	= Untersuchung vor der Therapie
U_2	= Untersuchung nach der Therapie
n_1	= Patientenzahl in U_1
n_2	= Patientenzahl in U_2
$\bar{x}$	= arithmetisches Mittel
$s_{\bar{x}}$	= Standardfehler des Mittelwertes
t-Wert	= Prüfgröße von Mittelwertdifferenzen
ss	= schwach signifikant
s	= signifikant
hs	= hoch signifikant
ns	= nicht signifikant
RRS	= systolischer Blutdruck
RRD	= diastolischer Blutdruck
HF	= Herzfrequenz

4. Ergebnisse

In der Darstellung der Ergebnisse aus den Kreislauffunktions-tests wird der Therapiegruppe immer jeweils eine Kontrollgruppe gegenübergestellt. In der Kontrollgruppe sind die Placebo- und die Bewegungsgruppe aus bereits angeführten Gründen zusammengefaßt. Vorauswertungen hatten ergeben, daß für getrennt errechnete Mittelwerte von Herzfrequenz, Blutdruck und Wattzahlen zwischen Placebo- und Bewegungsgruppe keine signifikanten Differenzen bestanden.

4.1. SMT-Hauptuntersuchungen

Anhand der Daten aus den SMT-Hauptuntersuchungen (U_1 , U_2) sind die beiden Parameter Herzfrequenz und Blutdruck sowohl hinsichtlich des sogenannten Immediateffekts (U_1) als auch hinsichtlich des adaptiven Verhaltens (Kureffekt) dargestellt.

4.1.1. Herzfrequenz

Tab. 2 und Abb. 5 zeigen das Pulsverhalten in den SMT-Hauptuntersuchungen U_1 und U_2 . Was den akuten Einfluß der O_2 -Inhalation betrifft, so fällt die Pulszahl in der Therapiegruppe gegenüber dem Anfangswert geringfügig ab ($\bar{x} = 71,27$ vor O_2 ; $\bar{x} = 66,28$ während O_2) und ist nach Absetzen des Sauerstoffs reversibel. Der Pulsanstieg während der Ergometerbelastung ist

belastungsabhängig ($\bar{x} = 97,11$ bei 50 Watt: $\bar{x} = 110,44$ bei 80 Watt) und kehrt in der folgenden 5-minütigen Erholungsphase noch nicht gänzlich auf den Ruhewert zurück. Die Kontrollgruppe weist in U_1 denselben Verlauf auf. U_2 dagegen zeigt in der O_2 -Inhalation nicht die Pulsverlangsamung. Beim Vergleich von U_1 und U_2 läßt sich zur Frage des Kureffekts demonstrieren, daß sich die Ergometerwerte fast identisch verhalten. Dies gilt für die Therapie- und die Kontrollgruppe und ist auch bei den Werten der O_2 -Inhalationsphase festzustellen. Allerdings verläuft die Pulskurve der Therapiegruppe in U_2 auf einem niedrigeren Niveau, d.h. sie geht von einem geringeren Ruhewert aus.

4.1.2. Blutdruck

Die Werte für den systolischen und diastolischen Blutdruck sind den Tab. 3 und 4 sowie Abb. 6 zu entnehmen.

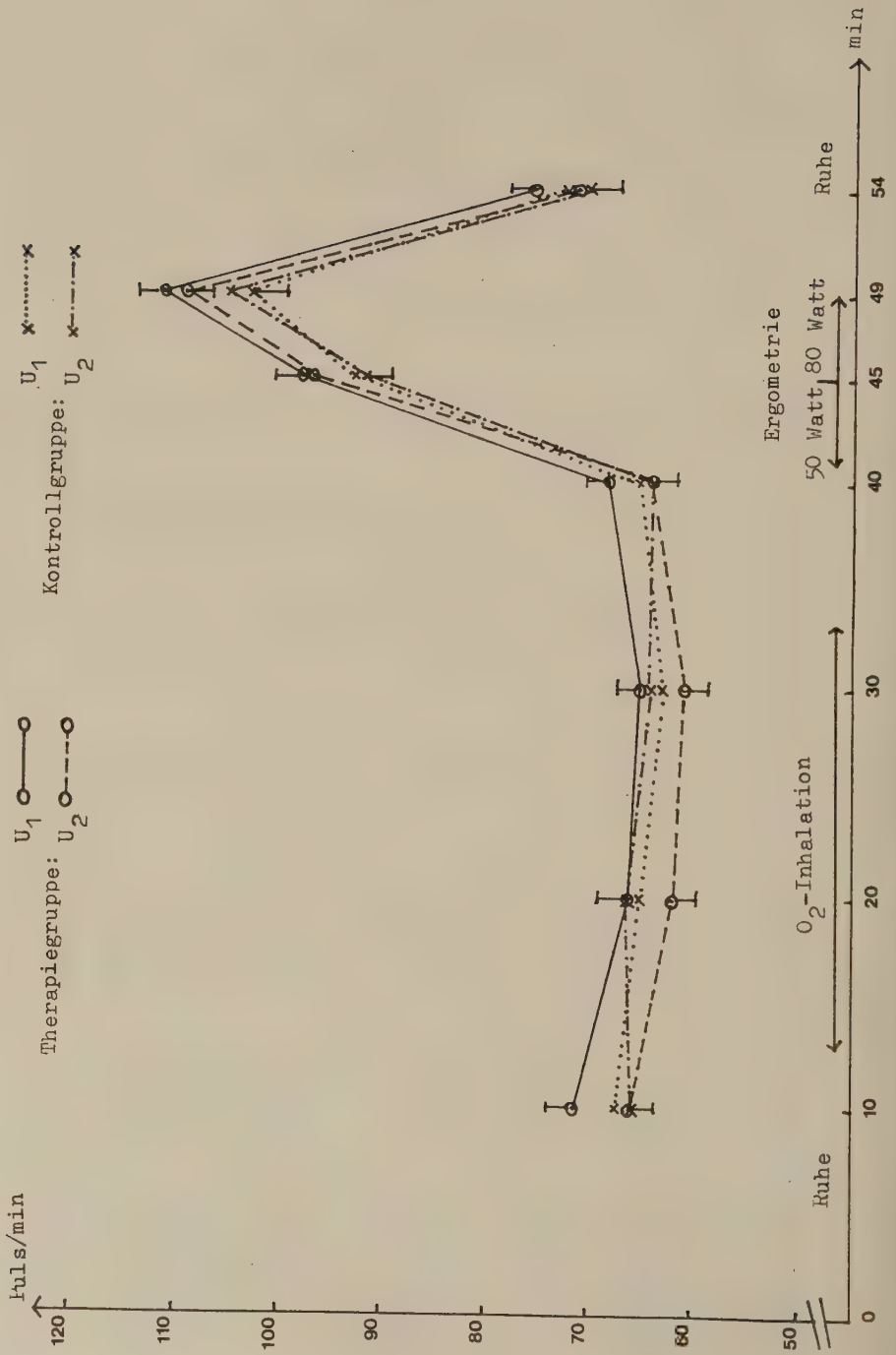
In den Immediatwerten der Hauptuntersuchung ergibt sich für Therapie- und Kontrollgruppe in der O_2 -Inhalationsphase eine signifikante Abnahme des systolischen Drucks, der nach Absetzen des Sauerstoffs wieder auf den ursprünglichen Wert zurückkehrt. Auch der diastolische Druck folgt diesem Verhalten. Die Blutdruckanstiege während der Ergometerarbeit sind belastungsabhängig und nur für die systolischen Werte ausgeprägt. In der Untersuchung zum Kurende (U_2) treten Verläufe auf, die sich auf einem gegenüber der Erstuntersuchung (U_1) niedrigeren

Druckniveau abspielen und für beide Probandengruppen gelten. Dabei läßt sich eine vergleichsweise unterschiedliche Reaktion in der Therapiegruppe nicht feststellen.

Tab. 2: Herzfrequenzwerte bei den SMT-Hauptuntersuchungen (Schläge/min)

Zeit	Gruppe	n_1	$U_1: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n_2	$U_2: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Differenz
nach 10 min Ruhe	Therapie	37	$71,27 \pm 1,71$	38	$66,24 \pm 1,39$	- 6,03
	Kontrolle	16	$67,50 \pm 2,09$	15	$66,13 \pm 2,31$	- 1,37
20. min nach 7 min O_2	Therapie	25	$66,28 \pm 1,91$	32	$62,0 \pm 1,59$	- 4,28
	Kontrolle	10	$65,50 \pm 2,93$	13	$66,0 \pm 1,80$	+ 0,50
30. min nach 17 min O_2	Therapie	27	$65,07 \pm 1,76$	32	$61,03 \pm 1,41$	- 4,05
	Kontrolle	9	$63,33 \pm 3,12$	13	$64,77 \pm 2,39$	+ 1,44
40. min Ruhe	Therapie	34	$68,79 \pm 1,61$	36	$64,71 \pm 1,53$	- 4,08
	Kontrolle	15	$65,87 \pm 2,63$	14	$64,64 \pm 2,27$	- 1,23
45. min nach 4 min bei 50 Watt Belastung	Therapie	36	$97,11 \pm 1,98$	38	$96,39 \pm 1,77$	- 0,72
	Kontrolle	14	$91,93 \pm 3,19$	14	$92,40 \pm 3,29$	- 0,47
49. min nach 4 min bei 80 Watt Belastung	Therapie	32	$110,44 \pm 2,02$	37	$108,14 \pm 1,84$	- 2,30
	Kontrolle	13	$102,31 \pm 3,47$	14	$104,07 \pm 3,56$	+ 1,76
54. min, 5 min nach der Belastung	Therapie	33	$75,52 \pm 2,23$	37	$71,68 \pm 1,78$	- 3,84
	Kontrolle	14	$72,14 \pm 3,34$	15	$70,93 \pm 3,18$	- 1,21

Abb. 5: Pulsmittelwerte während der SWT-Hauptuntersuchungen



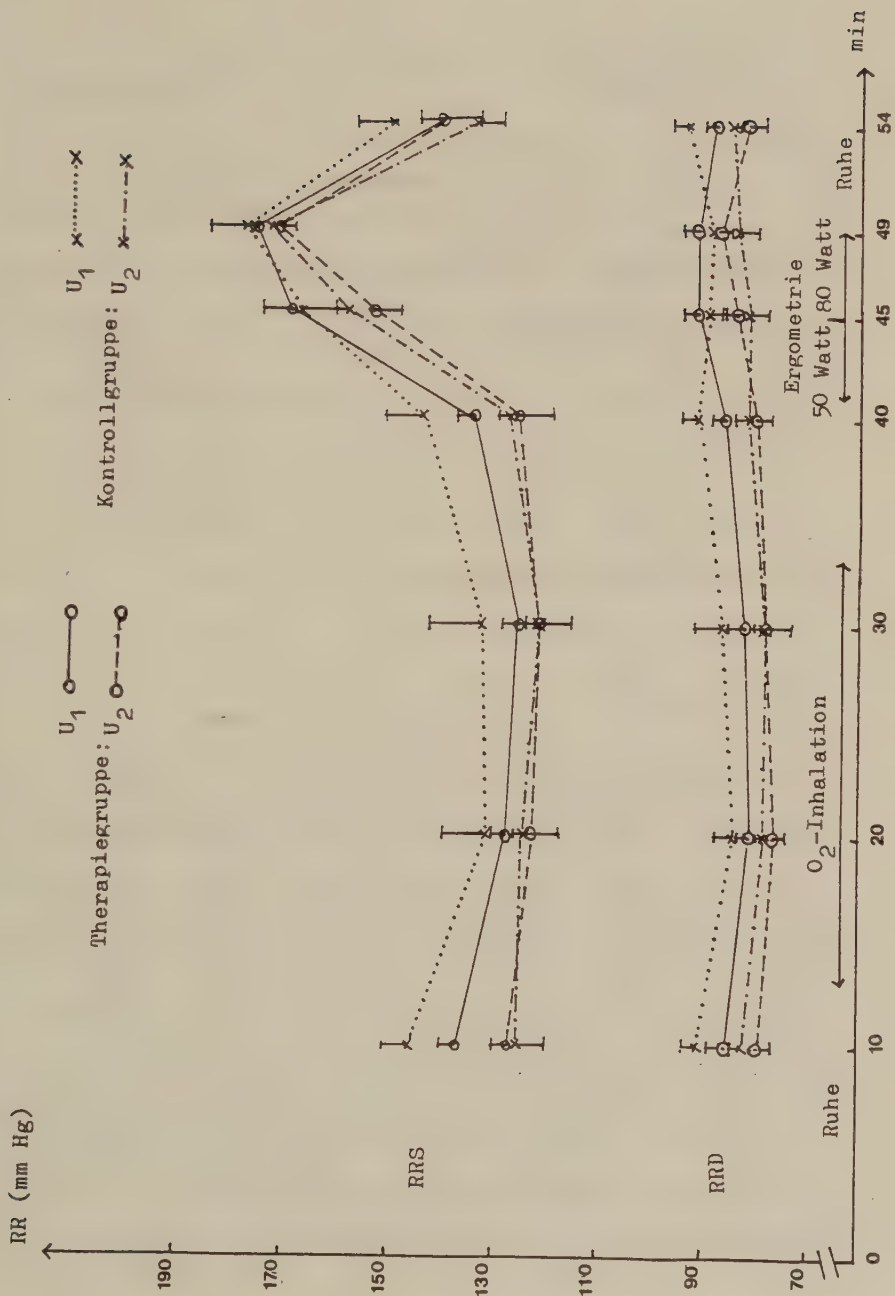
Tab. 3: RRS-Werte bei den SMT-Hauptuntersuchungen (mm Hg)

Zeit	Gruppe	n ₁	U ₁ : $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n ₂	U ₂ : $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Differenz	t-Wert
10. min	Therapie	38	137,63 $\pm$ 2,85	38	127,37 $\pm$ 2,36	- 10,26	2,77 (s)
Ruhe	Kontrolle	16	146,56 $\pm$ 5,73	15	127,67 $\pm$ 5,66	- 18,90	2,35 (ss)
20. min	Therapie	25	127,20 $\pm$ 3,06	32	122,03 $\pm$ 3,67	- 5,17	1,08 (ns)
O ₂	Kontrolle	10	131,0 $\pm$ 8,58	13	123,08 $\pm$ 5,95	- 7,92	0,76 (ns)
30. min	Therapie	27	124,26 $\pm$ 3,32	32	120,47 $\pm$ 2,72	- 3,79	0,90 (ns)
O ₂	Kontrolle	9	131,11 $\pm$ 10,76	13	120,0 $\pm$ 5,69	- 11,11	0,91 (ns)
40. min	Therapie	34	132,05 $\pm$ 3,25	36	124,86 $\pm$ 2,19	- 7,20	1,84 (ns)
Ruhe	Kontrolle	15	142,33 $\pm$ 6,98	14	125,71 $\pm$ 5,47	- 16,62	1,87 (ns)
45. min	Therapie	36	167,64 $\pm$ 3,75	38	151,32 $\pm$ 2,74	- 16,32	3,52 (hs)
50 Watt	Kontrolle	14	165,71 $\pm$ 7,22	14	156,43 $\pm$ 6,94	- 9,29	0,93 (ns)
49. min	Therapie	32	173,75 $\pm$ 4,79	37	169,32 $\pm$ 3,40	- 3,39	0,75 (ns)
80 Watt	Kontrolle	13	175,77 $\pm$ 7,37	14	170,36 $\pm$ 4,79	- 5,41	0,62 (ns)
54. min	Therapie	36	137,78 $\pm$ 2,57	37	137,43 $\pm$ 7,75	- 0,35	0,04 (ns)
Erholung	Kontrolle	14	147,14 $\pm$ 7,52	15	131,67 $\pm$ 4,01	- 15,48	1,82 (ns)

Tab. 4: RRD-Werte bei den SMT-Hauptuntersuchungen (mm Hg)

Zeit	Gruppe	n ₁	U ₁ : $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n ₂	U ₂ : $\bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	Differenz	t-Wert
10. min	Therapie	38	85,66 $\pm$ 1,49	38	79,47 $\pm$ 1,06	- 6,18	3,38 (hs)
Ruhe	Kontrolle	16	90,13 $\pm$ 2,79	15	82,0 $\pm$ 2,75	- 8,31	2,12 (ss)
20. min	Therapie	25	81,60 $\pm$ 1,57	32	76,88 $\pm$ 1,42	- 4,73	2,23 (ss)
O ₂	Kontrolle	10	84,0 $\pm$ 3,40	13	78,46 $\pm$ 2,96	- 5,54	1,23 (ns)
30. min	Therapie	27	82,22 $\pm$ 1,91	32	78,59 $\pm$ 1,41	- 3,63	0,29 (ns)
O ₂	Kontrolle	9	86,11 $\pm$ 3,89	13	78,85 $\pm$ 2,84	- 7,27	1,51 (ns)
40. min	Therapie	34	86,91 $\pm$ 2,23	36	80,0 $\pm$ 1,48	- 6,91	2,58 (ss)
Ruhe	Kontrolle	15	91,33 $\pm$ 2,99	14	81,07 $\pm$ 2,35	- 10,26	2,70 (ss)
45. min	Therapie	36	91,25 $\pm$ 1,86	38	84,08 $\pm$ 1,45	- 7,86	3,04 (s)
50 Watt	Kontrolle	14	90,36 $\pm$ 2,80	14	82,86 $\pm$ 2,86	- 7,50	1,88 (ns)
49. min	Therapie	32	91,72 $\pm$ 1,79	37	87,84 $\pm$ 1,73	- 3,88	1,56 (ns)
80 Watt	Kontrolle	13	88,08 $\pm$ 3,08	14	84,29 $\pm$ 3,00	- 3,79	0,88 (ns)
54. min	Therapie	36	88,89 $\pm$ 1,81	37	82,84 $\pm$ 1,54	- 6,05	2,55 (ss)
Erholung	Kontrolle	14	93,57 $\pm$ 2,94	15	85,33 $\pm$ 2,65	- 8,24	2,08 (ss)

Abb. 6: Blutdruckmittelwerte während der SMT-Hauptuntersuchungen



4.2. Ergometertraining

4.2.1. Herzfrequenz

Abb. 7 und Tab. 5 geben die Mittelwerte der Ruheherzfrequenzen im Verlauf der Trainingsperiode wider. Da sich die Größe des Patientenkollektivs, wie schon oben beschrieben, an den letzten 3 Trainingstagen stark verringert hatte, werden die Werte vom 1. und 7. Trainingstag verglichen. Dabei ergaben sich für beide Gruppen keine signifikanten Differenzen, für die Therapiegruppe eine geringe Abnahme, für die Kontrollgruppe eine geringe Zunahme der Ruheherzfrequenzwerte. Vom 8. bis 10. Trainingstag mit ständig abnehmender Patientenzahl treten relativ große Streuungen auf.

4.2.2. Blutdruck

Über die Ruheblutdruckwerte im Verlauf der Trainingsperiode geben Tab. 6, Tab. 7 und Abb. 8 Auskunft. Beim Vergleich zwischen dem 1. und 7. Trainingstag findet man bei der Therapiegruppe eine hoch signifikante Abnahme des systolischen Blutdrucks um 10 mm Hg, bei der Kontrollgruppe eine schwach signifikante Abnahme um 6 mm Hg. Im Verlauf des Trainings hat sich der systolische Blutdruck bei beiden Gruppen bis zum 6. Trainingstag kontinuierlich vermindert, so daß die Differenz 1. / 6. Tag für beide Gruppen praktisch gleich ausfällt. Am 7. Tag jedoch verändert sich der systolische Blutdruck gegenüber dem 6. Tag für die Therapiegruppe um 4 mm Hg nach unten,

für die Kontrollgruppe um 4 mm Hg nach oben. An den letzten 3 Trainingstagen mit stark reduzierten Kollektivzahlen bleibt der systolische Ruheblutdruck bei der Kontrollgruppe in etwa unverändert, während bei der Therapiegruppe nach einem Anstieg am 8. Tag gegenüber dem Vortag der systolische Blutdruck an den letzten beiden Trainingstagen sinkende Tendenz zeigt. Beim diastolischen Blutdruck gab es für beide Gruppen kaum Veränderungen.

4.2.3. Belastungsintensität

In Tab. 8 und Abb. 9 sind die Werte für die eingestellten Wattzahlen eingetragen. Die Werte an den letzten 3 Trainingstagen wurden eliminiert, da bei einigen Probanden an diesen Tagen versucht wurde, die gleiche Wattzahl wie vor der Therapie einzustellen und dann den entsprechenden Puls zu messen. Dadurch verringerte sich die ohnehin reduzierte Probandenzahl nochmals. Vergleicht man die Werte vom 1. und 7. Trainingstag, so sieht man, daß bei der Therapiegruppe die eingestellte Belastungsintensität signifikant, bei der Kontrollgruppe schwach signifikant zugenommen hat. Obwohl der Leistungszuwachs absolut bei der Kontrollgruppe (21 Watt) stärker als der der Therapiegruppe (13 Watt) ausgefallen ist, sind jedoch die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen statistisch nicht gesichert.

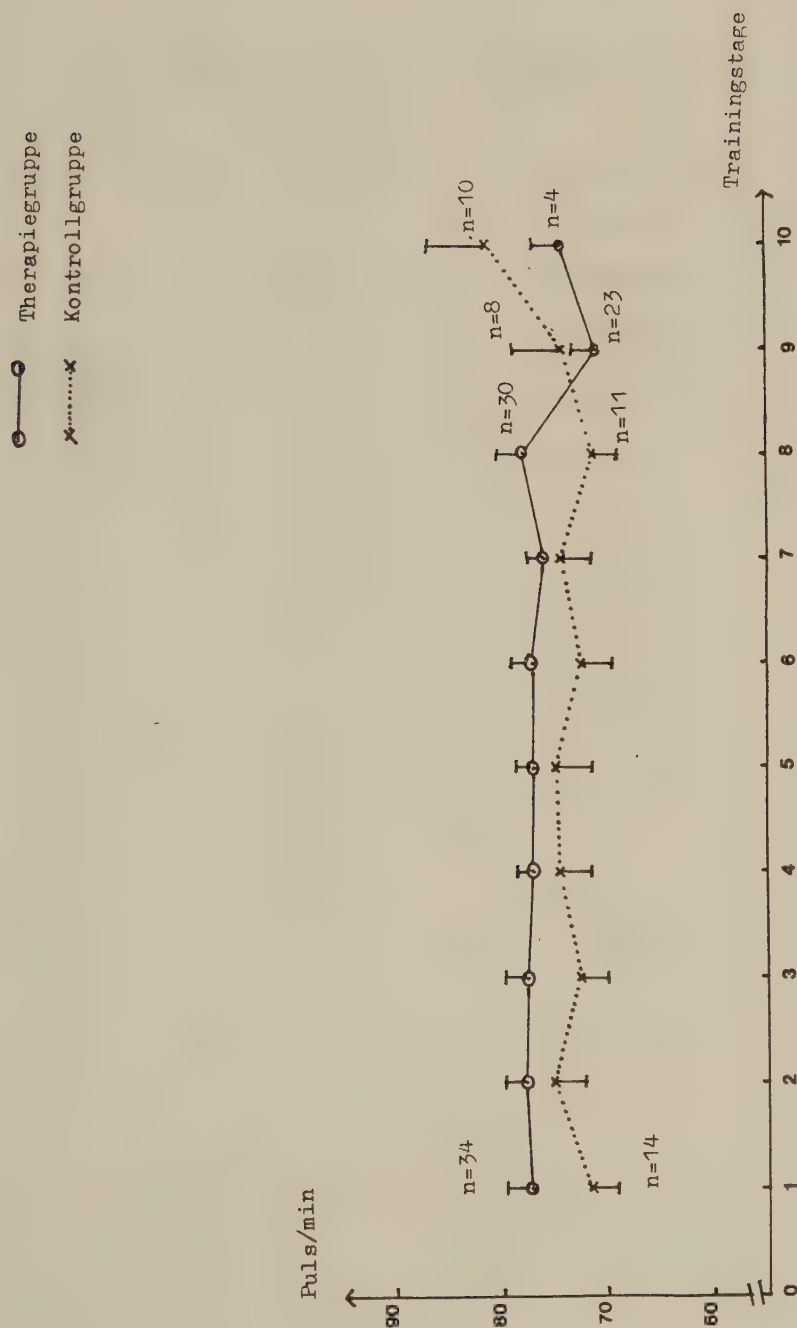
Tab. 5: Ruheherzfrequenz während der Trainingstage

(Schläge/min.)

Tag	Gruppe	Anzahl	Mittelwert	Standardfehler des
		n	$\bar{x}$	Mittelwertes $s_{\bar{x}}$
1	Therapie	34	78,79	$\pm 1,77$
	Kontrolle	14	72,43	$\pm 2,31$
2	Therapie	34	78,21	$\pm 1,70$
	Kontrolle	14	75,64	$\pm 2,49$
3	Therapie	34	78,32	$\pm 1,86$
	Kontrolle	14	73,64	$\pm 2,71$
4	Therapie	34	77,79	$\pm 1,47$
	Kontrolle	14	75,57	$\pm 3,08$
5	Therapie	34	77,29	$\pm 1,61$
	Kontrolle	14	76,71	$\pm 3,63$
6	Therapie	34	77,11	$\pm 2,12$
	Kontrolle	14	73,93	$\pm 3,38$
7	Therapie	34	75,88	$\pm 1,69$
	Kontrolle	14	75,29	$\pm 3,19$
8	Therapie	30	79,27	$\pm 2,18$
	Kontrolle	11	72,18	$\pm 2,74$
9	Therapie	23	72,65	$\pm 1,74$
	Kontrolle	8	75,63	$\pm 4,68$
10	Therapie	10	75,0	$\pm 2,88$
	Kontrolle	4	82,0	$\pm 5,03$

Gruppe	Differenz Tag 1/ Tag 7	%
Therapie	- 2,91	- 3,69
Kontrolle	+ 2,86	+ 3,94

Abb. 7: Durchschnittlicher Ruhepuls während der Trainingstage



Tab. 6: Ruhe-RRS während der Trainingstage (mm Hg)

Tag	Gruppe	Anzahl n	Mittelwert $\bar{x}$	Standardfehler des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$
1	Therapie	34	137,06	$\pm 2,76$
	Kontrolle	14	143,21	$\pm 2,95$
2	Therapie	34	131,18	$\pm 2,24$
	Kontrolle	14	136,79	$\pm 4,88$
3	Therapie	34	130,44	$\pm 2,19$
	Kontrolle	14	137,50	$\pm 4,53$
4	Therapie	34	129,71	$\pm 2,92$
	Kontrolle	14	133,93	$\pm 4,03$
5	Therapie	34	127,65	$\pm 2,34$
	Kontrolle	14	132,86	$\pm 3,77$
6	Therapie	34	126,47	$\pm 2,04$
	Kontrolle	14	129,64	$\pm 4,07$
7	Therapie	34	122,35	$\pm 1,55$
	Kontrolle	14	133,57	$\pm 3,41$
8	Therapie	30	129,67	$\pm 2,13$
	Kontrolle	11	129,09	$\pm 3,62$
9	Therapie	23	127,61	$\pm 2,47$
	Kontrolle	8	130,0	$\pm 4,91$
10	Therapie	10	118,5	$\pm 2,36$
	Kontrolle	4	130,0	$\pm 4,08$

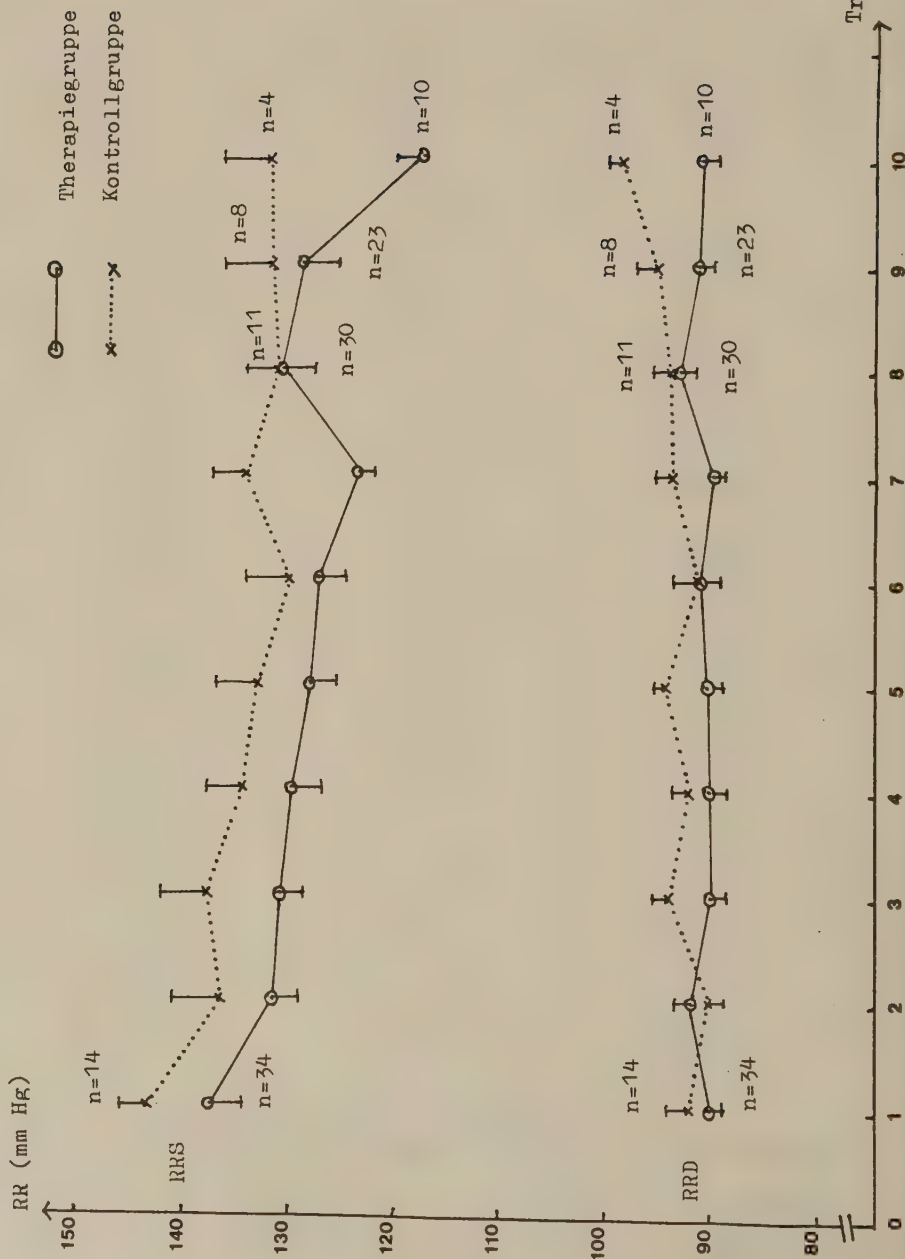
Gruppe	Differenz Tag 1/Tag 7	%	t-Wert
Therapie	- 14,71	- 10,73	4,67 (hs)
Kontrolle	- 9,64	- 6,73	2,14 (ss)

Tab. 7: Ruhe-RRD während der Trainingstage (mm Hg)

Tag	Gruppe	Anzahl n	Mittelwert $\bar{x}$	Standardfehler des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$
1	Therapie	34	91,77	$\pm 1,12$
	Kontrolle	14	93,21	$\pm 1,86$
2	Therapie	34	90,59	$\pm 0,99$
	Kontrolle	14	88,57	$\pm 1,33$
3	Therapie	34	88,38	$\pm 1,05$
	Kontrolle	14	92,50	$\pm 1,80$
4	Therapie	34	88,82	$\pm 1,32$
	Kontrolle	14	90,0	$\pm 1,28$
5	Therapie	34	88,82	$\pm 1,23$
	Kontrolle	14	92,86	$\pm 1,25$
6	Therapie	34	88,53	$\pm 0,88$
	Kontrolle	14	88,93	$\pm 2,52$
7	Therapie	34	87,50	$\pm 1,00$
	Kontrolle	14	91,07	$\pm 1,40$
8	Therapie	30	90,67	$\pm 1,12$
	Kontrolle	11	91,36	$\pm 1,52$
9	Therapie	23	88,48	$\pm 1,19$
	Kontrolle	8	92,50	$\pm 1,34$
10	Therapie	10	87,50	$\pm 2,01$
	Kontrolle	4	97,50	$\pm 1,44$

Gruppe	Differenz Tag 1/Tag 7	%
Therapie	- 4,27	- 4,65
Kontrolle	- 2,14	- 2,29

Abb. 8: Durchschnittlicher Ruheblutdruck während der Trainingstage



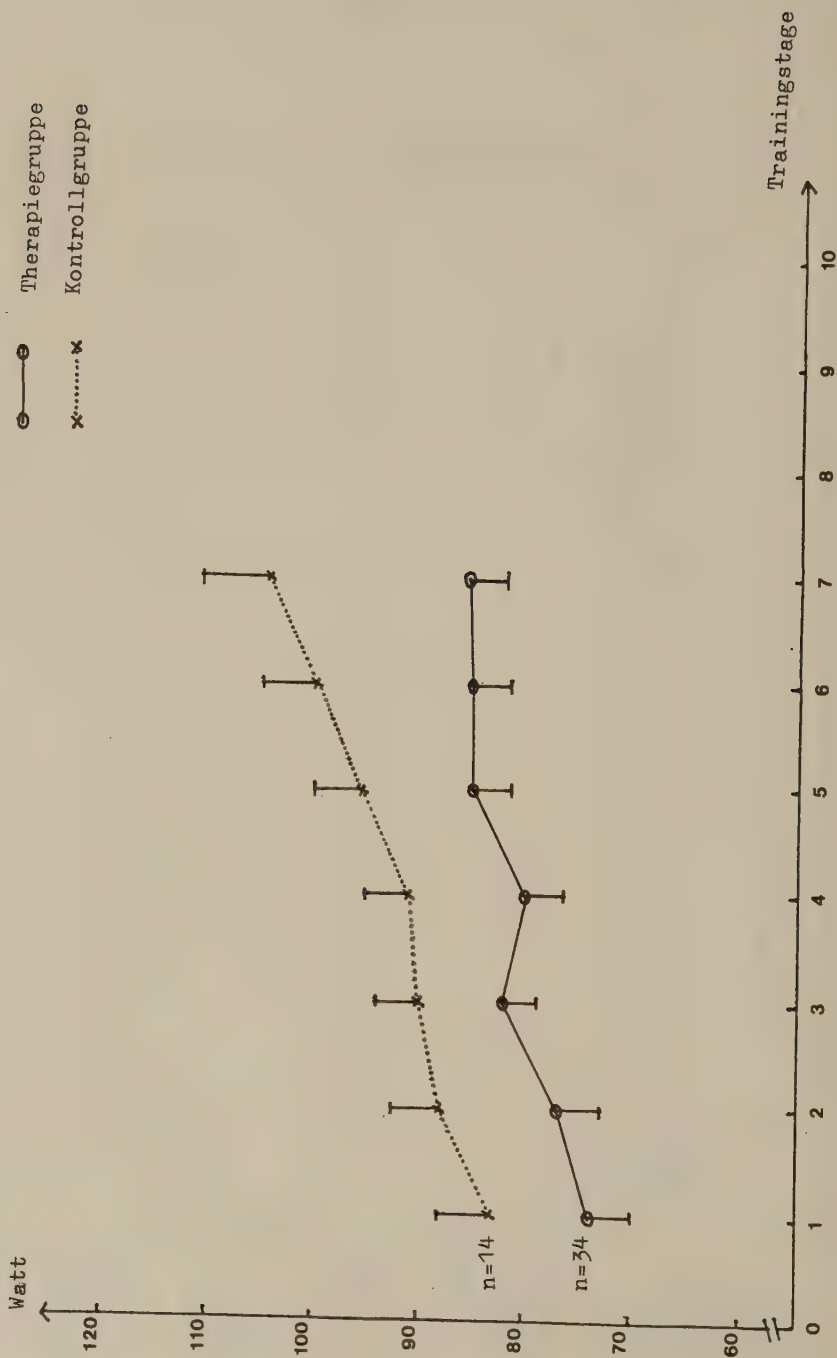
Trainingstage

Tab. 8: Eingestellte Wattzahlen während der Trainingstage

Tag	Gruppe	Anzahl n	Mittelwert $\bar{x}$	Standardfehler des Mittelwertes $s_{\bar{x}}$
1	Therapie	34	74,71	$\pm 3,47$
	Kontrolle	14	83,93	$\pm 5,30$
2	Therapie	34	77,21	$\pm 3,98$
	Kontrolle	14	88,21	$\pm 4,40$
3	Therapie	34	82,21	$\pm 3,46$
	Kontrolle	14	90,0	$\pm 4,42$
4	Therapie	34	80,74	$\pm 3,53$
	Kontrolle	14	91,79	$\pm 4,37$
5	Therapie	34	85,29	$\pm 3,57$
	Kontrolle	14	95,71	$\pm 5,12$
6	Therapie	34	85,44	$\pm 3,54$
	Kontrolle	14	100,0	$\pm 5,52$
7	Therapie	34	88,09	$\pm 3,69$
	Kontrolle	14	105,36	$\pm 6,47$
8	Therapie	30	89,0	$\pm 4,08$
	Kontrolle	11	97,27	$\pm 6,27$
9	Therapie	23	80,65	$\pm 4,09$
	Kontrolle	8	91,25	$\pm 8,95$
10	Therapie	10	108,0	$\pm 9,07$
	Kontrolle	4	101,25	$\pm 12,48$

Gruppe	Differenz Tag 1/Tag 7	%	t-Wert
Therapie	+ 13,38	+ 17,91	- 2,64 (s)
Kontrolle	+ 21,43	+ 25,53	- 2,56 (ss)

Abb. 9: Durchschnittliche Belastungsintensität während der Trainingstage



4.3. Psychometrie

Tab. 9 gibt die Mittelwerte der Summenscores aus der Beschwerden-Liste nach Gruppen aufgeteilt wider. Der Allgemeinzustand der Therapiegruppe nach der Therapie ist praktisch unverändert, der der Placebogruppe hat sich um einen Punkt verschlechtert; bei der Bewegungsgruppe ist eine geringe Verbesserung festzustellen. Alle Veränderungen sind jedoch nicht signifikant. Die Mittelwerte der Scores für die einzelnen Items sind aus Tab. 10 sowie Abb. 10, Abb. 11 und Abb. 12 ersichtlich. Bei allen Gruppen zeigt sich nur wenig Veränderung nach der Therapie. In Tab. 11 sieht man die Mittelwerte der Ergebnisse aus dem Zahlen-Symbol-Test. Die Therapiegruppe konnte sich nach der Therapie um 3 Punkte, die Placebogruppe um 5 Punkte verbessern, die Bewegungsgruppe verschlechterte sich geringfügig um 0,5 Punkte. Alle Veränderungen sind statistisch nicht signifikant.

Tab. 9: Ergebnisse der Beschwerden-Liste (Summenscores)

Gruppe	n_1	$U_1: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n_2	$U_2: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	
Therapie	37	$14,97 \pm 0,90$	38	$14,34 \pm 0,85$	(ns)
Placebo	5	$15,40 \pm 2,23$	5	$16,40 \pm 2,65$	(ns)
Bewegung	10	$14,90 \pm 1,29$	10	$13,60 \pm 1,60$	(ns)

Tab. 10: Beschwerden-Liste nach Items aufgeschlüsselt (Rohpunkte)

Therapiegruppe

Item	n_1	$U_1: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n_2	$U_2: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Kopfschmerzen	36	$1,69 \pm 0,14$	36	$1,34 \pm 0,11$
Schwindel	35	$1,57 \pm 0,15$	36	$1,33 \pm 0,11$
Herzklopfen	35	$1,63 \pm 0,14$	35	$1,43 \pm 0,13$
Herzstechen	35	$1,37 \pm 0,13$	35	$1,37 \pm 0,11$
Angst	36	$1,42 \pm 0,12$	35	$1,40 \pm 0,12$
Übelkeit	35	$1,09 \pm 0,05$	36	$1,06 \pm 0,04$
Verdauungsstörungen	35	$1,49 \pm 0,15$	36	$1,53 \pm 0,15$
Schwächegefühl	35	$1,57 \pm 0,15$	36	$1,36 \pm 0,11$

Placebogruppe

Item	n_1	$U_1: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n_2	$U_2: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Kopfschmerzen	5	$1,40 \pm 0,27$	5	$1,60 \pm 0,27$
Schwindel	5	$1,20 \pm 0,22$	5	$1,20 \pm 0,22$
Herzklopfen	5	$1,20 \pm 0,22$	5	$1,80 \pm 0,42$
Herzstechen	5	$1,80 \pm 0,55$	5	$2,0 \pm 0,50$
Angst	5	$1,40 \pm 0,45$	5	$1,60 \pm 0,45$
Übelkeit	5	$1,0 \pm 0,0$	5	$1,0 \pm 0,0$
Verdauungsstörungen	5	$2,20 \pm 0,82$	5	$3,0 \pm 0,50$
Schwächegefühl	5	$1,40 \pm 0,45$	5	$1,40 \pm 0,45$

Tab. 10 Fortsetzung

Bewegungsgruppe

Item	n_1	$U_1: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	n_2	$U_2: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$
Kopfschmerzen	10	$1,50 \pm 0,18$	10	$1,50 \pm 0,36$
Schwindel	10	$1,40 \pm 0,28$	10	$1,10 \pm 0,11$
Herzklopfen	10	$1,60 \pm 0,23$	10	$1,30 \pm 0,16$
Herzstechen	10	$1,20 \pm 0,14$	10	$1,20 \pm 0,14$
Angst	10	$1,10 \pm 0,11$	10	$1,10 \pm 0,11$
Übelkeit	10	$1,20 \pm 0,14$	10	$1,30 \pm 0,22$
Verdauungsstörungen	10	$1,90 \pm 0,33$	10	$1,50 \pm 0,28$
Schwächegefühl	10	$1,70 \pm 0,22$	10	$1,60 \pm 0,32$

Abb. 10: Beschwerden-Liste, Mittelwerte der Itemscores

Therapiegruppe

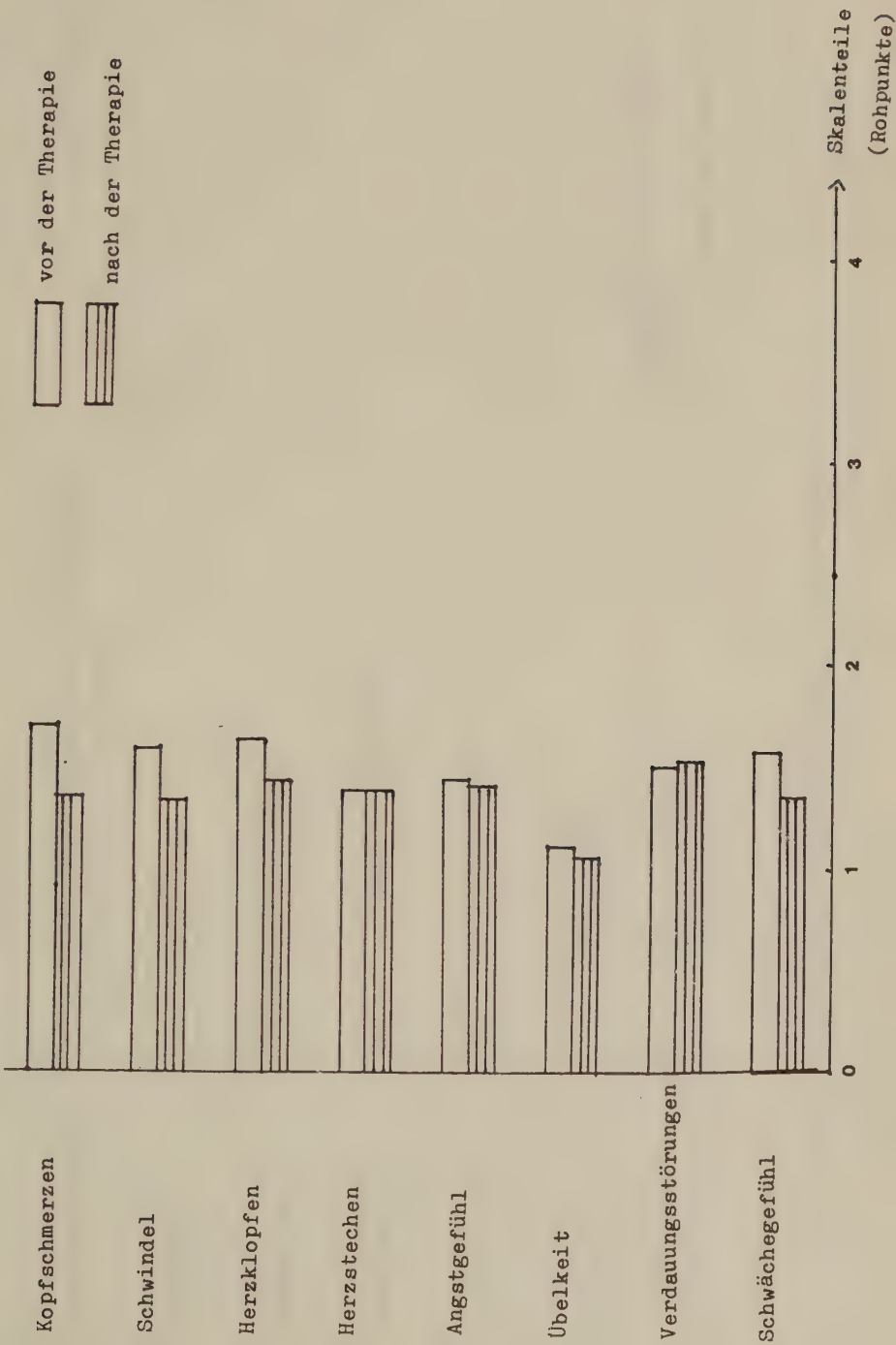


Abb. 11: Beschwerden-Liste, Mittelwerte der Itemscores
Placebogruppe

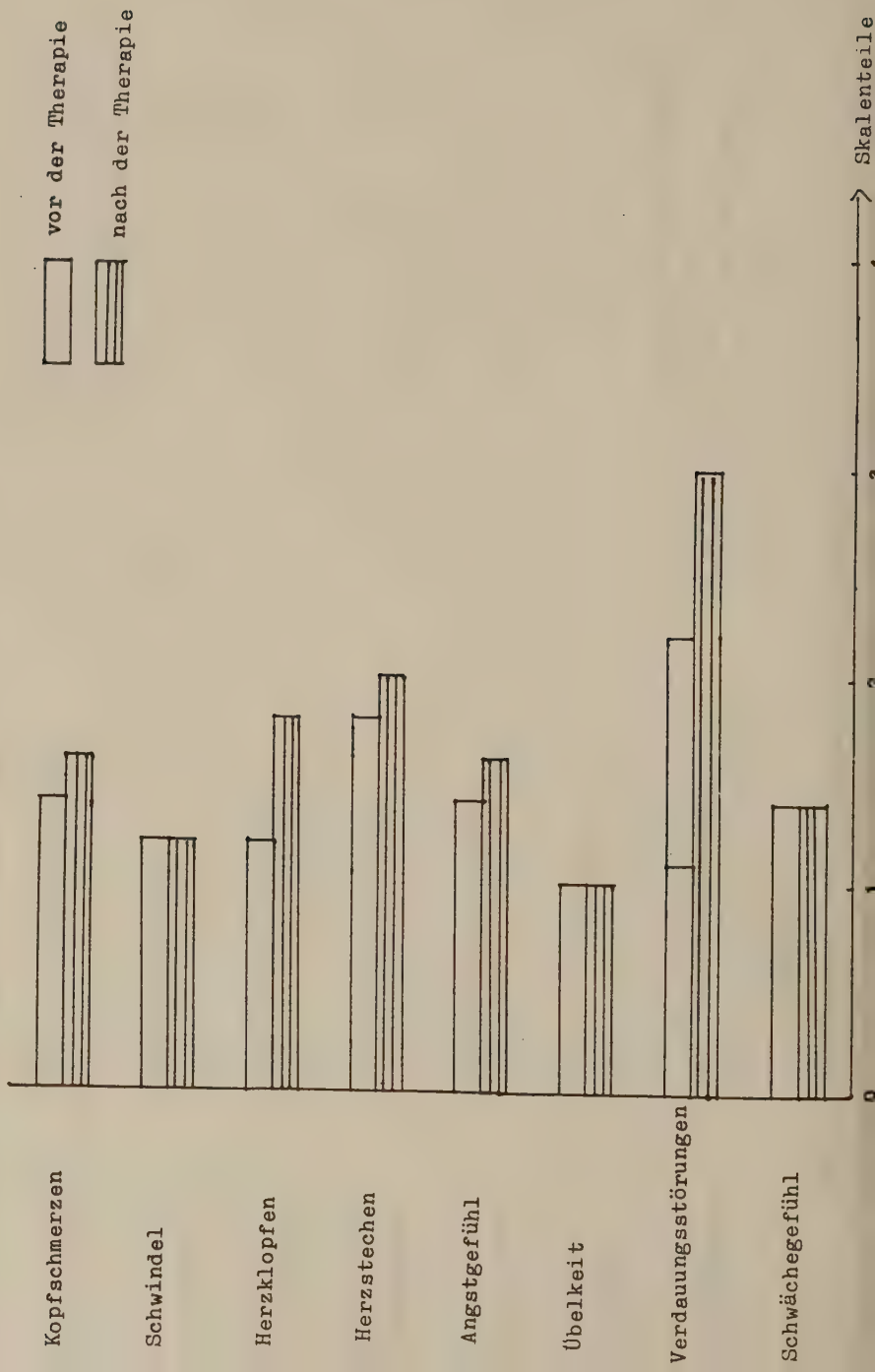
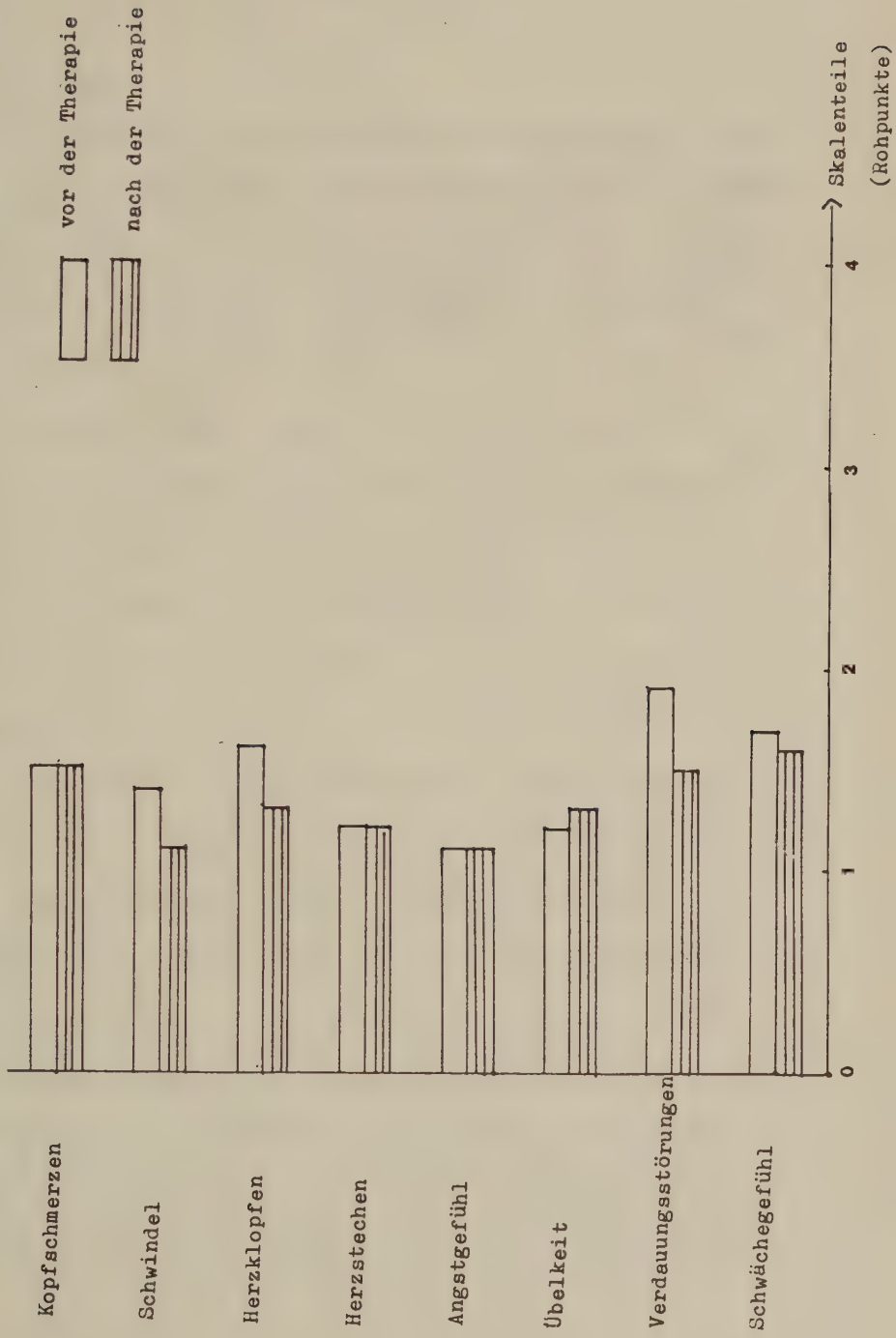


Abb. 12: Beschwerden-Liste, Mittelwerte der Itemscores
Bewegungsgruppe



Tab. 11:Ergebnisse des Zahlen-Symbol-Tests (Rohpunkte)

Gruppe	Anzahl	$U_1: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	$U_2: \bar{x} \pm s_{\bar{x}}$	
Therapie	35	$38,54 \pm 1,66$	$41,87 \pm 1,85$	(ns)
Placebo	5	$39,80 \pm 5,28$	$45,0 \pm 7,19$	(ns)
Bewegung	9	$35,0 \pm 2,05$	$34,50 \pm 1,98$	(ns)

5. Diskussion

Die von Manfred von ARDENNE entwickelte Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie wird als "potentielle Behandlungsmethode für prä-morbide Zustandsbilder auf dem Boden einer latenten arteriellen Hypoxämie" empfohlen (LIPPMANN 1980). Die Indikationen reichen von altersbedingter Funktionsschwäche des kardiorespiratorischen und kardiovaskulären Systems, wie koronare Herzkrankheit, cerebrovaskuläre Insuffizienz, hyper- und hypotone Kreislaufregulationsstörungen, bis zu unspezifischem Leistungsabfall und Erschöpfung nach Stress, Krankheit und Operationen. Abgesehen von 20 % der Patienten, bei denen es zu keinem Therapieeffekt kommt (Nonresponder), berichten ARDENNE 1981 und LIPPMANN 1980, daß sich ihre Patienten nach der Therapie körperlich und geistig frischer und leistungsfähiger fühlten.

Um die Wirksamkeit von ARDENNES Therapie objektiv zu prüfen, ist es erforderlich festzulegen, mit welchen Maßstäben körperliche Leistungsfähigkeit gemessen werden soll. Daher ist der Begriff der körperlichen Leistungsfähigkeit näher zu erläutern. Körperliche Leistungsfähigkeit ist ein komplexer Begriff. Sie baut auf verschiedenen Faktoren wie der Kapazität der Lungenfunktion, des Herzens, des Kreislaufs, der neuromuskulären Funktion, der Transportfähigkeit des Blutes und der Energiebereitstellung und -utilisation in der Peripherie auf (HOLLMANN 1976). Körperliche Leistungsfähigkeit kann durch jeden dieser Faktoren beeinflußt werden. Diese zu messen, entwickelten sich auf klinischer und physiologischer

Seite zahlreiche Leistungstestverfahren, die auf Praktikabilität und Zuverlässigkeit geprüft wurden (BLOHMKE 1969; HOLLMANN 1976; KLEPZIG 1981). Diskussionen gab es auch, wie Veränderungen der körperlichen Leistungsbreite im Verlauf einer Kur oder Therapie registriert werden sollen (BRÜGGEMANN 1973; HOLLMANN 1970; TEICHMANN 1968). Als Kriterien für Testverfahren gelten Empfindlichkeit, einfache Handhabung, Objektivität, Zumutbarkeit für den Probanden.

Da die Herzfrequenz linear mit zunehmender Belastung bis in den Grenzbereich ansteigt, hat sich in der Praxis durchgesetzt, bei der exakt dosierbaren und reproduzierbaren Ergometerbelastung (HOLLMANN 1976) die Herzfrequenz als Gradmesser der Leistungsfähigkeit zu bestimmen. Verbesserte Leistungsfähigkeit läßt sich dann charakterisieren als Abnahme der Pulszahl in Ruhe, unter submaximaler Belastung und in der Erholungsphase. Daraus resultiert eine Zunahme der geleisteten Watt pro Pulszahl (HOLLMANN 1976; MELLEROWICZ 1978). Als Bezugsbasis wählten wir in Anlehnung an HOLLMANN 1970 a die konstante Belastung von 50 und 80 Watt.

Geteilte Ansichten werden in der Literatur vertreten, in wie weit das Blutdruckverhalten in Ruhe und bei Belastung veränderte körperliche Leistungsfähigkeit anzeigt. Dies wird verneint von HOLLMANN 1970b, der in einer Querschnittuntersuchung keinen signifikanten Unterschied zwischen Trainierten und Untrainierten fand. Auch ROST 1976 gibt nach Training nur eine insignifikante Blutdrucksenkung bei Normotonikern, keine bei Hypertonikern an. Ähnlich erging es HEYDEN-STUCKI 1967, der körperlich aktive und inaktive Arbeiter verglich.

Der systolische Blutdruckabfall in Ruhe und bei Belastung fiel bei DREWS (in TEICHMANN 1968) für Normotoniker nach Training gering, für Hypertoniker etwas deutlicher aus. VARNAUSKAS 1966 berichtet von einer insignifikanten Abnahme des mittleren Blutdruckwertes in Ruhe und bei Belastung nach Training an Koronarkranken. Eine signifikante Abnahme des Ruhe- und Belastungsblutdruckes nach Training fanden BOUCHARD 1966, CHRASTEK 1970, DETRY 1972, SCHÖPL-SEDLACZEK 1977, SCHWALB 1972. MAIDORN schreibt in MELLEROWICZ 1979, daß beim gleichen Individuum die Anstiegsgeschwindigkeit des Blutdrucks und die Zunahme der Blutdruckamplitude eine annähernd lineare Beziehung zum Maß der Leistung bilden. So haben Dauersportler im Vergleich zu Untrainierten in Ruhe einen niedrigeren systolischen Blutdruck, einen höheren diastolischen Blutdruck, eine kleinere Blutdruckamplitude, bei submaximaler Belastung eine geringere Blutdruckerhöhung und eine schnellere Blutdruckerholung nach der Belastung. Das wird von MELLEROWICZ 1978 und WEIDENER 1970 bestätigt. Nach JOKL 1977, der einen Überblick über die amerikanische Literatur dazu gibt, scheint Training bei Gesunden geringe, bei Hypertonikern deutliche Blutdruckveränderungen zu bewirken. Doch sind Trainingsdosis und Patientenauswahl der Studien zu verschieden, um endgültige Schlüsse zu ziehen.

Große Schwierigkeiten bereitet die Methodik der indirekten Blutdruckmessung bei körperlicher Arbeit. Während bei Belastung der systolische Blutdruck korrekt angegeben werden kann, wird der diastolische im Vergleich zur blutigen Messung zu niedrig angegeben und ist deshalb nur bedingt verwertbar (ANSCHÜTZ

1968; BERNAUER 1969; JAHNECKE 1974; FRANZ 1979; ROST 1979).

In LIPPMANN 1980¹ wird dem Bewegungstraining für die Therapieoptimierung der SMT große Bedeutung beigemessen. Training könne das Absinken des arteriellen Ruhe- pO_2 nach erfolgreicher SMT verhindern. Oft soll der "SMT-Effekt" auch durch ein anstrengendes Bewegungstraining erreicht werden können.

Die Effekte körperlichen Trainings in Richtung aerober Ausdauer sind bekannt und in der Literatur vielfach beschrieben und belegt worden (ECKERT 1977; HOLLMANN 1976; MELLEROWICZ 1978; ROSKAM 1966; ROST 1979; STEGEMANN 1969). Protektive Wirkungen auf das Herz- und Kreislaufsystem lassen sich allein durch ein aerobes Ausdauertraining erzielen, das mehr als 1/7 der gesamten Skelettmuskulatur mit einer Belastungsintensität von mehr als 50 %, besser noch 70 % der maximalen Kreislauf-fähigkeit für eine Dauer von 5-10 Minuten täglich beansprucht. Geeignet sind Sportarten wie Laufen, Schwimmen, Radfahren, Bergwandern. Die Anpassung des Organismus erfolgt in zwei Stufen: Die erste Stufe besteht in der vagotonen Umstellung des Herzens, die zweite Stufe wird nur durch intensivstes Training erreicht und führt zur Ausbildung des Sportherzens. Für ein präventives und rehabilitatives Kreislauftraining ist die erste Stufe entscheidend. Diese besteht zunächst in einer direkten peripheren Wirkung auf den Skelettmuskel. Zahl und Größe der Mitochondrien, der Enzymesatz, der Myoglobingehalt und die Glykogendepots der Muskelzelle nehmen zu, woraus eine bessere periphere Sauerstoffutilisation resultiert. Im Laufe des Trainings vergrößert sich die Kapillardichte des Muskels und die intramuskuläre Blutverteilung im tätigen Muskel verbes-

sert sich. Beide Faktoren, die bessere O_2 -Utilisation wie die ökonomischere Muskeldurchblutung ergeben, daß pro Zeiteinheit ein geringeres Herzzeitvolumen notwendig ist, um die bestehende O_2 -Nachfrage zu decken. Die Herzfrequenz in Ruhe und bei submaximaler Belastung sinkt, über die Reaktion des Blutdrucks bestehen, wie oben beschrieben, geteilte Ansichten. Die verlängerte Diastole bedeutet eine größere Phase für die effektive Koronardurchblutung, was in der Rehabilitation der koronaren Herzkrankheit wichtig ist (HOPF 1977; ROSKAM 1973). Im ganzen gesehen wird das Myokard entlastet, der O_2 -Bedarf des Herzen nimmt ab. Ausdauertraining wirkt sich auch günstig auf einige koronare Risikofaktoren aus. So werden überhöhte Triglycerid- und Cholesterinspiegel gesenkt. Nach neueren Untersuchungen werden die LDL (low density lipoproteins) und VLDL (very low density lipoproteins) zugunsten der HDL (high density lipoproteins) verschoben; letztere sollen eine protektive Wirkung bei der Ausbildung der Arteriosklerose haben (ECKERT 1977; HOLLMANN 1976). Diese Wirkung wird auch der vermehrten fibrinolytischen Aktivität infolge Trainings zugeschrieben. Dies sind nur einige der Trainingsanpassungen des Organismus. Angedeutet werden soll auch der günstige Einfluß auf die Psyche als mittelbarer Effekt. Im Erleben der größeren Leistungsfähigkeit gewinnt der Trainierende Selbstvertrauen und Lebensfreude (BECKMANN 1974).

Da die SMT neu entwickelt worden ist, und frühere Arbeiten über Sauerstoffinhalation verbunden mit Bewegung nie unter dem Aspekt einer anhaltenden Langzeitwirkung auf den Kreislauf beschrieben wurden, fand sich keinerlei Vergleichslite-

ratur. Unser Meßprogramm beinhaltet aber Messungen während der O_2 -Inhalation in Ruhe. Diese können mit Ergebnissen aus früheren Versuchen über die Sofortwirkung des Sauerstoffs auf den Kreislauf verglichen werden. In der Literatur wird berichtet, daß unter Hyperoxiebedingungen im Vergleich zu Raumluft in Ruhe die Herzfrequenz und der Blutdruck gering, bei submaximaler Arbeit signifikant abfallen. Weiter wurde eine Leistungssteigerung um bis zu 15 % ohne Erhöhung des Spitzenpulses oder des maximalen Blutdrucks und ohne Zeichen einer erhöhten Reservenausschöpfung und eine schnellere Erholung nach der Belastung gefunden (DAUTREBANDE 1921; DRIPPS 1947; EKBLOM 1975; HOLLMANN 1976; MÜNCHINGER/GRANDJEAN 1953; SCHÖNHOLZER 1966; VAN DEN BERG 1977). Bei einer Belastung nach einer Sauerstoffinhalation ist jedoch keine Leistungssteigerung zu beobachten. O_2 -Atmung während einer Arbeit bewirkt erst Leistungssteigerung jenseits der Dauerleistungsgrenze, wo unter Eingehung einer Sauerstoffschuld anaerob Energie gewonnen wird (MÜNCHINGER/ GRANDJEAN 1953).

Hinsichtlich des Puls- und Blutdruckverhaltens während akuter O_2 -Inhalation stimmen unsere Befunde mit den Angaben in der Literatur überein. Systolischer und diastolischer Blutdruck sowie die Herzfrequenz haben bei der Inhalation von Sauerstoff unter Ruhebedingungen die Tendenz abzunehmen und nach Absetzen des Sauerstoffs wieder auf den Ausgangswert anzusteigen.

Zur Frage der andauernden Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit durch die SMT ergaben unsere Untersuchungen folgendes: Bei der Therapiegruppe zeigen die Ruhewerte der

Herzfrequenz eine geringe und die des Blutdrucks eine deutliche Abnahme nach der Therapie. Nun gibt es verschiedene Faktoren, die die Herzfrequenz und den Blutdruck in Ruhe beeinflussen können, wie Stoffwechselvorgänge, vorhergehende Mahlzeiten, die Umgebungstemperatur, die Körpertemperatur und anderes mehr (BLOHMKE 1966a; HOLLMANN 1970). Wichtig sind auch psychische Einflüsse, die wegen individueller Unterschiede nicht erfaßt werden können. Die Vergleichbarkeit der ersten Untersuchung mit den folgenden wird durch die als aufregend empfundene Situation bei der ersten Untersuchung beeinträchtigt (JUNGMANN 1966).

Weniger störanfällig sind die Werte während und nach submaximaler Belastung (BLOHMKE 1966b; HOLLMANN 1976; MANN/WINKELMANN 1967). Bei unseren Untersuchungen sind während der Belastung für die Therapiegruppe bei der Herzfrequenz nur eine geringe Abnahme, jedoch beim systolischen Blutdruck bei 50 Watt Belastung (Abb. 1, E) eine hoch signifikante und beim diastolischen Blutdruck eine signifikante Abnahme zu beobachten. Dagegen hat sich bei 80 Watt Belastung (Abb. 1, F) kaum etwas verändert. Die Erholungswerte (Abb. 1, G) ergeben bei der Herzfrequenz und beim systolischen Blutdruck nur geringe, beim diastolischen Blutdruck schwach signifikante Unterschiede.

Die Daten im Verlauf des Ergometertrainings machen deutlich, wie es zur Entwicklung der Werte nach der SMT kam. Die Tendenzen sind ähnlich: kaum Veränderungen bei der Herzfrequenz, und beim diastolischen Blutdruck, eine hoch signifikante Veränderung des systolischen Blutdrucks im Vergleich 1./7. Trai-

ningstag. Diese Differenz ist kritisch zu betrachten, da es sich hier wieder um Ruhedaten handelt. Der mittlere systolische Blutdruckwert vom ersten Trainingstag ist wahrscheinlich psychisch bedingt erhöht und stellt keinen realistischen Basisblutdruckwert dar. Von den letzten 3 Trainingstagen abgesehen, läßt sich insgesamt an den systolischen Werten eine kontinuierliche Abnahme ablesen. Die Wattzahlen nehmen während des Ergometertrainings bei konstanter Trainingsherzfrequenz zu. Beim Vergleich der Wattzahl vom 1. mit der vom 7. Trainingstag ergibt sich eine signifikante Differenz. Die letzten 3 der 10 Trainingstage sind nicht ausreichend mit Daten belegt. Wegen der ständig geringer werdenden Probandenzahl wurde unterlassen, diesen Datenteil statistisch zu bearbeiten.

Nimmt man alle Werte zusammen, hat sich die körperliche Leistungsfähigkeit der Therapiegruppe nur geringgradig gebessert. Es fand eine vegetative Umstellung des Organismus statt, die vor allem dazu führte, daß die Ruheblutdruckwerte abnahmen und überschießende Blutdruckreaktionen bei Belastung abgebaut wurden. Dies stimmt mit den Erfahrungen von LIPPMANN 1980 insofern überein, als dieser von einer Normalisierung der Ruheblutdruckwerte seiner Patienten im Laufe der SMT berichtet. Über das Blutdruckverhalten bei Belastung macht er keine Angaben. In welchem Maße die Blutdruckreaktion bei unseren Untersuchungen allerdings der SMT, einem ihrer Therapieschritte oder weiteren Kurmaßnahmen zuzuschreiben ist, läßt sich nur vermuten.

Wir haben zum Vergleich eine Kontrollgruppe, bei welcher der

Faktor O_2 -Inhalation wegfällt und das Bewegungstraining den Schwerpunkt der Therapie bildete. Bei den SMT-Hauptuntersuchungen wies die Kontrollgruppe geringere Herzfrequenzänderungen als die Therapiegruppe auf. Der systolische Blutdruck hat zu allen Meßzeitpunkten sinkende Tendenz, in der 10. Untersuchungsminute (Abb. 1, A) ist die Differenz nach der Therapie schwach signifikant, zu allen übrigen Meßzeitpunkten jedoch nicht signifikant. Im Vergleich zur Therapiegruppe sind die systolischen Werte absolut mehr gesunken, haben aber größere Streuungswerte, was auch für den diastolischen Blutdruck gilt. Die größeren Streuungswerte sind aber durch die geringere Probandenzahl der Kontrollgruppe zu erklären. Der diastolische Blutdruck hat in Ruhe (Abb. 1, A) und bei Erholung nach der Belastung (Abb. 1, G) schwach signifikant abgenommen. Vor wie nach der Therapie sind nach 5 Minuten Erholungszeit weder die Herzfrequenz- noch die Blutdruckwerte vor der Belastung wieder erreicht.

Beobachtet man den Verlauf der Ruhewerte während des Ergometertrainings, so zeigt die Kontrollgruppe bei der Herzfrequenz und beim diastolischen Blutdruck kaum Veränderungen. Die Werte sind im Gegensatz zur Therapiegruppe stärkeren Schwankungen nach oben und unten unterworfen. Beim systolischen Blutdruck besteht wie bei der Therapiegruppe deutliche Tendenz nach unten. Der Vergleich 1./7. Tag ergibt eine schwach signifikante Differenz. Auch hier ist der Verlauf unruhiger als bei der Therapiegruppe, was wohl auch durch die geringere Probandenzahl der Kontrollgruppe zu erklären ist. Die Wattzahlen sind bei der Kontrollgruppe abso-

lut höher bei kontinuierlichem Anstieg.

In der Bewertung all dieser Ergebnisse gelten die gleichen Einschränkungen, die oben bei der Therapiegruppe angegeben wurden. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß bei der Kontrollgruppe die Veränderungen der Werte die gleiche Tendenz wie die der Therapiegruppe haben. Wesentliche Unterschiede gegenüber der Therapiegruppe, die dann als Auswirkung der SMT zu interpretieren wären, lassen sich nicht feststellen. Ursache der nur geringen Veränderungen durch das Bewegungstraining könnte sein, daß nach HOLLMANN 1976 größere, meßbare Wertedifferenzen im Sinne einer vagotonen Umstellung des Organismus erst nach 3-4 Wochen Ausdauertraining zu erwarten sind.

Offen ist die Frage, inwieweit die beiden Gruppen miteinander vergleichbar sind. Da ist zunächst der Unterschied bezüglich der Kollektivgröße, 38 Personen in der Therapiegruppe gegenüber 16 Personen in der Kontrollgruppe. Diese Tatsache drückt sich in größeren Streuungswerten der Kontrollgruppe aus. Ähnlich sind sich die Gruppen in der Altersverteilung der Patienten. In der Therapiegruppe beträgt das Durchschnittsalter $57,32 \pm 4,29$ Jahre, in der Kontrollgruppe $57,06 \pm 4,70$ Jahre. Beim Vergleich der Ausgangswerte ergibt sich folgendes Bild: Die Kontrollgruppe hatte vor der Therapie in Ruhe, während und nach der Belastung niedrigere Herzfrequenzwerte als die Therapiegruppe, sowie während des Ergometertrainings niedrigere Herzfrequenzwerte und höhere Wattzahlen. Dies könnte unter Zugrundelegung gleicher Altersverteilung der Gruppen auf einen besseren körperlichen Zu-

stand der Kontrollgruppe hinweisen. Anders liegt der Sachverhalt beim Blutdruck, der in Ruhe höher als der der Therapiegruppe ist. Auch die Ruheblutdruckwerte an den Ergometertrainingsterminen liegen höher als bei der Therapiegruppe. Eine Erklärung dafür können die Hauptdiagnosen geben : in der Therapiegruppe leiden 12 Patienten, in der kleineren Kontrollgruppe 9 Patienten an hypertonen Kreislaufregulationsstörungen.

Nach LÜHR 1959 ist der therapeutische Effekt abhängig von der Ausgangslage. Als Erklärung dient das "Ausgangswertgesetz" nach WILDER, wonach die Zunahme einer Funktionsgröße während einer Therapie umso stärker ist, je niedriger der Ausgangspunkt war (zitiert nach SELM 1966). Analog sagt MELLEROWICZ 1978, daß der Leistungszuwachs bei gleichem Trainingsmaß umgekehrt proportional zum Trainingszustand sei.

Daraus ergibt sich, daß es schwierig ist, endgültige Entscheidungen über die Wirkungen der SMT zu fällen. Berücksichtigt man das "Ausgangswertgesetz", so liegt die Vermutung nahe, daß die Komponente Sauerstoffinhalation keine größeren Vorteile gegenüber einem alleinigen Bewegungstraining bringt.

Der Effekt einer Therapie kann zwar durch objektive Messungen belegt werden. Doch sollte Mittelpunkt jeder Therapie der Patient als Mensch mit all seinen Beschwerden sein, und auch er sollte befragt werden, wie er nach einer Therapie subjektiv seinen Allgemeinzustand beurteilt. Wir haben unseren Patienten vor und nach der Therapie einen Teil der Be-

schwerden-Liste nach ZERSSSEN 1975 vorgelegt. Die Beschwerden-Liste beinhaltet Beschwerden körperlicher Art (Kopfschmerzen usw.) und psychischer Art (Angst usw.), wie sie in der ärztlichen Allgemeinpraxis häufig geklagt werden. Die substantivische Form macht die Beantwortung leicht und vom Bildungsstand des Patienten unabhängig. Bei wiederholter Anwendung reflektiert der Test Änderungen des subjektiven Befundes und eignet sich deshalb zur Beurteilung des Allgemeinzustandes im Laufe einer Therapie (ZERSSSEN 1971).

Bei unseren Untersuchungen ergab die Anwendung des Tests vor und nach der Therapie bei der Therapiegruppe praktisch keine Veränderungen des Beschwerdebildes, bei der Placebogruppe eine geringe Zunahme und bei der Bewegungsgruppe eine geringe Abnahme der Beschwerden. Sämtliche Veränderungen sind statistisch nicht signifikant. Überblickt man die nach den einzelnen Items aufgeschlüsselten Ergebnisse, so sieht man, daß gleichmäßig über alle Items verteilt kaum Veränderungen stattfanden. Daraus kann man schließen, daß die SMT zumindest keine negativen Einflüsse im Sinne von Nebenwirkungen hat. Die Mittelwerte der Itemscores bewegen sich zumeist zwischen 1,0 und 1,6 Rohpunkten. Als Grad der Beschwerden wurde vor allem die Rubrik "gar nicht" oder "kaum" angekreuzt. Bei diesen Werten sind wieder auf der Grundlage des WILDER'schen Ausgangswertgesetzes stärkere Veränderungen nicht zu erwarten, eher Tendenzen zur Verschlechterung der Werte (PIRLET 1968). Einige Items ragen aber heraus. Dies ist bei der Placebogruppe das Item Ver-

dauungsstörungen, das vor der Therapie an der Spitze aller angegebenen Beschwerden liegt mit 2,2 Rohpunkten und sich nach der Therapie um 0,8 Punkte verschlechtert. Zugewonnen haben auch die Beschwerden des Items Herzstechen von 1,8 auf 2,0 Punkte und des Items Herzklopfen von 1,2 auf 1,8 Punkte nach der Therapie. Bei der Placebogruppe fällt auf, daß bei keinem Item eine Verbesserung, sondern nur Verschlechterung oder Gleichstand festzustellen ist. Die Bewegungsgruppe litt vor der Therapie am meisten unter Verdauungsstörungen (1,9 Punkte), die nach dem Bewegungstraining um 0,4 Punkte abnahmen.

Diese Ergebnisse zu interpretieren ist wegen der kleinen Kollektivzahlen in den einzelnen Gruppen und wegen der Unterschiede zwischen den Gruppen schwierig. Doch ist zum Abschneiden der Placebogruppe in der Beschwerden-Liste hinzuzufügen, daß die umgebauten Sauerstoffapparate lauter waren als die serienmäßigen der Therapiegruppe. Da auch nachts während der Schlafenszeit inhaliert wurde, war wahrscheinlich der Schlaf der Placebogruppe unruhiger und weniger erholbar.

Ebenso wie die körperliche Leistungsbreite im Alter abnimmt, sind auch die intellektuellen Fähigkeiten des Menschen einem Altersabbau unterworfen als Teil des allgemeinen Alterns des Gesamtorganismus. Wie an den einzelnen Untertests des HAWIE geprüft wurde, nehmen die verschiedenen intellektuellen Fähigkeiten unterschiedlich ab. So sind die Fähigkeiten, die im Untertest "Allgemeines Wissen" und "Allgemeines Verständnis" gefordert werden, beständiger als die des Zahlen-Symbol-Tests

oder des Zahlen-Nachsprechens (BIRREN 1974; WECHSLER 1964). BÄUMLER 1969 weist darauf hin, daß die im 20.-30. Lebensjahr beginnende Leistungsver schlechterung in psychologischen Tests in erster Linie auf die psychomotorische Verlangsamung zurückzuführen sei, Geschwindigkeitsleistungen haben den stärksten Bezug zum Altersprozeß. Auch WECHSLER 1964 gibt an, daß sich der Altersabbau am besten in Tests zeigt, in denen es auf Beantwortungsgeschwindigkeit, Lernfähigkeit und die Fähigkeit, neue, besonders räumliche Konfigurationen zu erfassen ankommt. Eben diese Anforderungen werden im Zahlen-Symbol-Test gestellt. Der Zahlen-Symbol-Test ist einer der ältesten und am besten untersuchten Tests. Die Geschwindigkeit und Genauigkeit der Assoziation Zahl/Symbol dienen als Grad der intellektuellen Fähigkeiten. Ab dem 30., deutlicher ab dem 40. Lebensjahr beginnen die altersgruppenbezogenen Mittelwerte der Testergebnisse abzufallen (WECHSLER 1964). Der Abfall ist annähernd proportional zur ursprünglichen Kapazität des Probanden.

Zur Erklärung der Verlangsamung psychomotorischer Tätigkeiten im Alter gibt es verschiedene Ansatzpunkte. BÄUMLER 1969 und BIRREN 1974 geben hierzu einen Überblick. Altersbedingte anatomische Veränderungen im Bereich der Sinnesrezeptoren vermindern die Informationsmenge, die dem Nervensystem pro Zeiteinheit übermittelt werden kann, woraus eine Abnahme des Tempos der Wahrnehmung oder der Erkennung von Reizen resultiert. Des weiteren nimmt die Bewegungsgeschwindigkeit und die allgemeine Geschicklichkeit ab. Neben diesen sensorischen und motorischen Komponenten spielen zentralnervöse

Vorgänge eine Rolle. So nimmt die Nervenleitgeschwindigkeit im Alter um bis zu 15 % ab. Bei der synaptischen Erregungsübertragung kommt es leichter zu Störungen, es müssen daher öfter Kompensationsmechanismen eingeschaltet werden. Die Verschlechterung sensorischer und motorischer Qualitäten sowie der Übertragungsvorgänge im Nervensystem führen zu einer Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit und zu einer Rigidität des Verhaltens. Zeitpunkt des Beginns des Alterungsprozesses und dessen Ausmaß werden neben einer Steuerung durch Vererbungsfaktoren bestimmt durch das Auftreten kardiovaskulärer Erkrankungen, Stoffwechselstörungen, entzündliche und degenerative Prozesse. Eine besondere Bedeutung wird der erhöhten Auftretenswahrscheinlichkeit zerebraler Hypoxie im Alter beigemessen. Hier aber liegt der Ansatzpunkt der SMT, die durch Anhebung des arteriellen Ruhesauerstoffpartialdrucks in Abbauprozesse eingreifen will. Da der Zahlen-Symbol-Test eine der höchsten Korrelationen mit dem Alter im Vergleich zu anderen gängigen Tests zeigt (BIRREN 1974), müßte er auch eine Verbesserung psychomotorischer Fähigkeiten nach einer Therapie reflektieren können.

Unsere Ergebnisse zeigen folgendes Bild nach der Therapie : Die Therapie- und die Placebogruppe erreichten nach der Therapie eine geringe Verbesserung der Ergebnisse, während sich die Bewegungsgruppe etwas verschlechterte. Damit könnte man bei der Placebogruppe einen Suggestiveffekt des Sauerstoffs annehmen. Doch sind sämtliche Veränderungen nicht signifikant. Die Verbesserung der Placebogruppe ist vor allem darauf zurückzuführen, daß einer der 5 Probanden vor der Therapie 54

Punkte, nach der Therapie 67 Punkte erreichte. Vor der Therapie lagen Therapie- und Placebogruppe auf einem Niveau, die Bewegungsgruppe war etwas schlechter.

Faßt man die Resultate aus der Beschwerden-Liste und dem Zahlen-Symbol-Test zusammen, so konnte für die Therapiegruppe weder eine deutliche Abnahme der subjektiven Beschwerden noch eine Verbesserung der geistigen Leistungsfähigkeit wie von LIPPMANN 1980 angegeben, gefunden werden. In der Beurteilung unserer Ergebnisse ist vielleicht auch zu berücksichtigen, daß psychometrische Messungen nicht selten Meßfehler von einer Größenordnung beinhalten, die für die meisten Arten physikalischer Messungen indiskutabel wären (GUT-JAHR 1968). Das liegt in der Natur des Meßobjekts, nämlich der menschlichen Persönlichkeit. Menschliches Verhalten, menschliches Denken und Fühlen sind so variabel und so komplex, daß bei jeder Messung eine Reihe noch nicht bekannter und deshalb nicht kontrollierbarer Bedingungen mitwirkt und dann ein gewisser Zufallseinfluß stark ins Gewicht fällt. Doch bleibt die Psychometrie trotz dieser methodischen Einwände ein wichtiges Instrument, um Tendenzen aufzuzeigen und Hypothesen zu erhärten oder abzulehnen.

6. Zusammenfassung

- 1) An 8 weiblichen und 46 männlichen Patienten der Buchbergklinik Bad Tölz wurden Kreislaufuntersuchungen und psychometrische Tests zur Wirkung der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie nach Manfred von ARDENNE durchgeführt. Die Patienten waren zwischen 47 und 68 Jahre alt und litten vor allem an Erkrankungen des Herzkreislaufsystems. Es gab 3 Untersuchungsgruppen, die Therapiegruppe von 38 Patienten, an der die komplette SMT aus O₂-Inhalation, Bewegung und Medikation durchgeführt wurde, die aus 5 Patienten bestehende Placebogruppe, die statt O₂ Preßluft inhalierte und die Bewegungsgruppe aus 11 Personen, die allein das Bewegungstraining mit den beiden anderen Gruppen absolvierte. In den Kreislauftests waren Placebogruppe und Bewegungsgruppe zur Kontrollgruppe zusammengefaßt.
- 2) Jeder Proband wurde vor und nach der Therapie einem Untersuchungsprogramm unterworfen, in dem Herzfrequenz und Blutdruck in Ruhe, bei 50 und 80 Watt Belastung und in der Erholungsphase gemessen wurden (Standardergometrieprogramm). Außerdem hatte jeder Patient vor und nach der Therapie die Kurzform der Beschwerden-Liste nach ZERSSEN und zur Prüfung der geistigen Leistungsfähigkeit den Zahlen-Symbol-Test nach WECHSLER auszufüllen. Im Verlauf der 10-tägigen Therapie wurden täglich vor dem kontrollierten Ergometertraining die Herzfrequenz und der Blutdruck in Ruhe gemessen, sowie die Belastungsintensität bestimmt, die jeweils mit der Pulszahl 170 minus Lebensalter geleistet werden

konnte.

- 3) Therapie- wie Kontrollgruppe zeigten im Standardergometrieprogramm zu allen Meßzeitpunkten bei der Herzfrequenz praktisch keine Unterschiede. Beim Blutdruck war bei beiden Gruppen in Ruhe und bei 50 Watt Belastung eine Tendenz zur Abnahme der Werte nach der Therapie zu erkennen. Bei 80 Watt gab es kaum Veränderungen. Unterschiede zwischen beiden Gruppen waren statistisch nicht zu sichern. Daraus läßt sich schließen, daß sich die körperliche Leistungsfähigkeit beider Gruppen nach Durchführung der Therapie kaum verbessert hat.

Beim kontrollierten Ergometertraining mit definierter Pulszahl war allerdings am Kurende eine Leistungszunahme zu verzeichnen, die für die Kontrollgruppe im Vergleich zur Therapiegruppe deutlicher ausfiel. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen ist jedoch nicht signifikant.

- 4) Die Auswertung der Beschwerden-Liste ergab bei der Therapiegruppe keine Veränderung, bei der Placebogruppe eine geringe Verschlechterung und bei der Bewegungsgruppe eine geringe Verbesserung des Beschwerdebildes. Die Veränderungen bzw. Unterschiede innerhalb der Gruppen und zwischen den Gruppen sind nicht signifikant.
- 5) Im Zahlen-Symbol-Test ist bei keiner Gruppe eine signifikante Veränderung der geistigen Leistungsfähigkeit zu beobachten.

7. Literaturverzeichnis

- 1) ANSCHÜTZ, F. : Blutdruckmessung beim Erwachsenen
Diagnostik 1 (1968) 97
- 2) ARDENNE, M. v. : Physiologische und technische Grundlagen
der Sauerstoff-Mehrschritt-Therapie
Thieme Verlag, Stuttgart 1981
- 3) BANNISTER, R. : The effects on the respiration and perfor-
mance during exercise of adding oxygen to the
inspired air
J. Physiol. 125 (1954) 118
- 4) BAUM, K. V. : Trainingspulsfrequenz: 170 minus Lebensalter
Sportarzt und Sportmedizin 22 (1971) 20
- 5) BÄUMLER, G. : Zum altersbedingten psychischen Leistungsabbau
Psychologische Beiträge 11 (1969) 34
- 6) BECKMANN, P. : Methodisches Verfahren der aktiven Bewegungs-
therapie im Kurbetrieb
Zeitschr. f. Bäder- und Klimaheilkunde 21
(1974) 215
- 7) BERG, A., J. STIPPIG, J. KEUL, G. HUBER :
Bewegungstherapie und ambulante Koronargruppen
Sportarzt und Sportmedizin 31 (1980) 199
- 8) BERNAUER, U. : Fehler bei der Blutdruckmessung
Med. Klin. 31 (1969) 1379
- 9) BIRREN, J. E. : Altern als psychologischer Prozeß
Lambertus Verlag, Freiburg 1974
- 10) BLEI, H. (Hrsg.) : Lexikon 2000

Zweibrücken Verlag, Weinheim 1983

- 11) BLOHMKE, M., O. STELZER, H. STUMPF :

Die Wirkung der "aktiven Übungsbehandlung" auf
die Herz- und Kreislaufreaktion gesunder Männer
in Ruhe und während Belastung
Zeitschr. f. Kreislaufforschung 55 (1966a) 329

- 12) BLOHMKE, M., H. STUMPF, O. STELZER :

Standardisierung submaximaler Belastungsmethoden
und Bestimmung ihrer Zuverlässigkeit
Verh. d. Dt. Ges. f. Kreislaufforschung 32
(1966b) 123

- 13) BLOHMKE, M. : Belastungstests des Kreislaufs in Epidemiologie
und Präventivmedizin
Dr. Hüthig Verlag, Heidelberg 1969

- 14) BOLTON, B. : Handbook of Measurement and Evaluation in
Rehabilitation
University Park Press, Baltimore 1976

- 15) BOUCHARD, C., W. HOLLMANN :

Minimalbelastungen zur Prävention kardiovaskulärer
Erkrankungen
Sportarzt und Sportmedizin 17 (1966) 348

- 16) BRÜGGEMANN, W. (HRSG.) :

Würzburger Gespräche über die Kneipptherapie
Band 2 Bewegungstherapie
Sebastian-Kneipp-Zentral-Institut, Würzburg
1973

- 17) CHRASTEK, J., J. ADAMIROVA :

Hoher Blutdruck und körperliche Übungen

Sportarzt und Sportmedizin 3 (1970) 61

- 18) DAUTREBANDE, L., J. S. HALDANE :

The effects of respiration of oxygen on
breathing and circulation

J. Physiol. 55 (1921) 296

- 19) DETRY, J. M. : Exercise testing and training in coronary
heart disease

Editions Arscia, Bruxelles 1972

- 20) DIRNAGL, K., P. KRÖLING :

Seda-Kneipp-Studie

München 1981

- 21) DIXON, W. J., M. B. BROWN, L. ENGELMAN, J. W. FRANE :

BMDP. Statistikprogramme für Bio-, Human-
und Sozialwissenschaften

Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1983

- 22) DRIPPS, R., J. COMROE :

The effects of the inhalation of high and low
oxygen concentrations on respiration, pulse
rate and arterial oxygen saturation

Am. J. Physiol. 149 (1947) 277

- 23) ECKERT, W. : Der Sport in der 2. Lebenshälfte unter besonde-
rer Berücksichtigung des Ausdauertrainings und
dessen Bedeutung in der Prävention und Rehabi-
litation der Herz- und Kreislaufkrankheiten
Zeitschr. f. Sportmedizin 11 (1977) 9, 12
(1977) 378

- 24) EKBLOM, B. : Effect of changes in oxygen content on circu-
lation and physical performance

J. appl. Physiol. 39 (1975) 71

- 25) FRANZ, J. W. : Therapie der hypertonen Kreislaufregulationsstörungen durch dosiertes Training
Schweizer Zeitschrift f. Sportmedizin 3 (1978)
117
- 26) FRANZ, J.W. : Untersuchungen über das Blutdruckverhalten während und nach Ergometrie bei Grenzwert-hypertonikern im Vergleich zu Normalpersonen und Patienten mit stabiler Hypertonie
Z. Kardiologie 68 (1979) 107
- 27) FRICK, M. H., T. SOMER :
The mechanism of bradykardia evoked by physical training
Cardiologia 51 (1967) 46
- 28) FRIEDRICH, D. : Über den Einfluß des körperlichen Trainings als zusätzliche Maßnahme im Rahmen der aktivierenden Kurbehandlung
Diss., Marburg 1974
- 29) GOTTHEINER, V. : Die Bedeutung des Belastungsblutdrucks für die Leistungsbeurteilung in der rehabilitativen Kardiologie
Zeitschr. f. Allgemeinmedizin 51 (1975) 792
- 30) GUTJAHR, W. : Die Messung psychischer Eigenschaften
Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin
1971
- 31) HEISS, H. W. : Bewegungstherapie bei Herz- und Gefäßkrankheiten
Witzstrock Verlag, Baden Baden 1979

- 32) HESSE, E. : Bewegung und Psyche
Zeitschr. f. Bäder- und Klimaheilkunde 21
(1974) 267
- 33) HEYDEN-STUCKI, S. :
Kardiologische Risikofaktoren bei Schweizer
Männern
Schweizerische Med. Wochenschr. 97 (1967) 20
- 34) HOLLMANN, W. : Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des
Sportlers
Barth Verlag, München 1963
- 35) HOLLMANN, W. : Beurteilung der Leistungsfähigkeit und Be-
lastbarkeit von Kurpatienten
Z. f. Physikal. Med. 1 (1970a) 74
- 36) HOLLMANN, W., W. BORG, G. WEYER, H. HECK :
Der Alterseinfluß auf spiroergometrische Meß-
größen im submaximalen Arbeitsbereich
Med. Welt 21 (1970b) 2180
- 37) HOLLMANN, W., TH. HETTINGER :
Sportmedizin - Arbeits- und Trainingsgrundlagen
Schattauer Verlag, Stuttgart 1976
- 38) HOLLMANN, W. : Körperliches Training zur Prävention und Reha-
bilitation degenerativer kardiovaskulärer Krank-
heiten
Fortschritte der Medizin 25 (1972) 873
- 39) HOLLMANN, W. (Hrsg.) : Zentrale Themen der Sportmedizin
Springer Verlag, Berlin 1977
- 40) HÜLLEMANN, K. D. : Ambulante Dauerbetreuung von Herzinfarkt-
patienten in einer Sportgruppe

Sportarzt und Sportmedizin 31 (1975) 90

- 41) JAHNECKE, J. : Risikofaktor Hypertonie

Studienreihe Boehringer, Mannheim 1974

- 42) JOKL, E., D. BRUNNER (Hrsg.) :

The Role of Exercise in Internal Medicine

Karger Verlag, Basel 1977

- 43) JORDAN, H. : Normalisierungseffekt der Kurorttherapie, ein
biometrisches Problem

Arch. Phys. Ther. 22 (1970) 3

- 44) JUNGSMANN, H., G. KNOOP :

Über die Gewöhnung an Ergometeruntersuchungen

Sportarzt und Sportmedizin 17 (1966) 286

- 45) KLEPZIG, H., P. FRISCH :

Belastungsprüfungen von Herz und Kreislauf

Perimed Verlag, Erlangen 1981

- 46) LIPPIMANN, H. G., M. v. ARDENNE :

Zwischenresultate einer Pilotstudie zur Opti-
mierung und klinischen Prüfung der Sauerstoff-
Mehrschritt-Therapie

Z. Altersforschung 35 (1980) 411

- 47) LÜHR, K. : Objektivierung und Objektivierbarkeit des Kur-
erfolges

Arch. Phys. Ther. 11 (1959) 3

- 48) MANN, D., M. WINKELMANN :

Die Herzschlagfrequenz unter Belastung als
Kriterium der Leistungsfähigkeit bei Herz-
kranken

Zeitschr. f. Kreislaufforschung 56 (1967) 126

- 49) MELLEROWICZ, H., J. WEIDENER, E. JOKL :
Rehabilitative Kardiologie
Karger Verlag, Basel 1974
- 50) MELLEROWICZ, H. : Ergebnisse der Ergometrie
Perimed Verlag, Erlangen 1975a
- 51) MELLEROWICZ, H. : Ergometrie
Urban & Schwarzenberg Verlag, Berlin 1975
3. Auflage
- 52) MELLEROWICZ, H., W. MELLER :
Training
Springer Verlag, Berlin 1978
- 53) MELLEROWICZ, H., W. FRANZ :
Training als Mittel der präventiven Medizin
Dr. D. Straube Verlag, Erlangen 1979
- 54) MÜNCHINGER, R., E. GRANDJEAN :
Sauerstoff und Leistungsfähigkeit
Schweiz. Zeitschr. f. Sportmedizin 3 (1953) 43
- 55) PIRLET, K. : Scheineffekte bei der gruppierenden graphischen
Darstellung von Behandlungsergebnissen
Arch. Phys. Ther. 20 (1968) 285
- 56) ROSKAM, H., H. REINDELL, K. KÖNIG, J. KEUL :
Sport als Therapie bei Herz- und Kreislaufer-
krankungen
Der Sportarzt 12 (1963) 3
- 57) ROSKAM, H., H. REINDELL, K. KÖNIG :
Körperliche Aktivität und Herz- und Kreislauf-
erkrankungen
Barth Verlag, München 1966

- 58) ROSKAM, H., H. REINDELL :

Das chronisch kranke Herz
Schattauer Verlag, Berlin 1973

- 59) ROST, R., W. DREISBACH :

Veränderungen im Bereich der zentralen Hämodynamik durch körperliches Training
Sportarzt und Sportmedizin 2 (1975) 32

- 60) ROST, R., W. HOLLMANN :

Körperliches Training mit Hochdruckpatienten
Herz Kreislauf 8 (1976) 680

- 61) ROST, R. : Kreislaufreaktion und -adaptation unter körperlicher Belastung

Osang Verlag, Bonn 1979

- 62) SACHS, L. : Angewandte Statistik

Springer Verlag, Berlin 1978

- 63) SARRE, H. J. : Arterielle Hypertonie

Kurzmonographien Sandoz 1, Nürnberg 1971

- 64) SCHÖNHOLZER, G. : Sauerstoff als Doping ?

Der Sportarzt 17 (1966) 51

- 65) SCHÖPL-SEDLACZEK, R. M. :

Ergometrische Verlaufsbeobachtungen an Infarkt-
kranken und Hypertonikern während der Kur in
einer Rehabilitationsklinik
Dissertation, München 1977

- 66) SCHWALB, H., K. H. BEHRENS :

Die Wirkung eines körperlichen Trainings auf
die Herz- und Kreislauffunktion von Hypertonikern

Sportarzt und Sportmedizin 8 (1972) 174

67) SCHWALB, H., G. STROBL :

Sport und kardiale Risikofaktoren im mittleren Lebensalter

Med. Klinik 35 (1978) 1203

68) SELG, H. : Einführung in die experimentelle Psychologie

Kohlhammer Verlag, Stuttgart 1966

69) STEGEMANN, J. : Physiologie des arteriellen Blutdrucks

Med. Klinik 64 (1969) 1375

70) TELCHMANN, W. (Hrsg.) :

Kurverlaufs- und Kurerfolgsbeurteilung

Sanitas Verlag, Bad Wörishofen 1968

71) VARNAUSKAS, E., H. BERGMAN :

Haemodynamic effects of physical training in coronary patients

Lancet II (1966) 8

72) VAN DEN BERG, T. W. :

Effects of Hyperoxia on Performance Capacity of Firemen

Eur. J. appl. Physiol. 37 (1977) 61

73) WECHSLER, D. : Die Messung der Intelligenz Erwachsener

Huber Verlag, Bern 1964, 3. Auflage

74) WEIDENER, J., H. MELLEROWICZ :

Dosiertes Training bei hypertonen Regulationsstörungen

Der Internist 11 (1970) 287

75) WEINECK, J. : Optimales Training

Perimed Verlag, Erlangen 1980

- 76) ZERSSEN, D. v. : Die Beschwerden-Liste als Test
Therapiewoche 21 (1971) 1908
- 77) ZERSSEN, D. v. : Selbstbeurteilungsskalen zur Abschätzung
des "subjektiven Befundes" in psychopatholo-
gischen Quer- und Längsschnittuntersuchungen
Arch. Psychiat. Nervenkr. 217 (1973) 299
- 78) ZERSSEN, D. v. : Die Beschwerden-Liste. Manual
Beltz Verlag, Weinheim 1975
- 79) ZERSSEN, D. v. : Klinische Selbstbeurteilungsskalen aus
dem Münchener Psychiatrischen Informations-
zentrum. Allgemeiner Teil. Manual
Beltz Verlag, Weinheim 1976

Danksagung

Zum Abschluß der Arbeit möchte ich Herrn Prof. Dr. med. H. Drexel und Herrn Prof. Dr. med. W. Schnizer für die freundliche Überlassung des Themas und die wertvollen Anregungen herzlichst danken.

Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. rer. nat. Dipl. Phys. J. Kleinschmidt für seine Hilfestellung bei der elektronischen Datenverarbeitung und statistischen Auswertung.

Herrn Dr. med. P. Kröling danke ich sehr für wichtige Hinweise bei der Durchführung und Auswertung der Psychometrie. Für die klinische Betreuung und organisatorische Unterstützung bei der Durchführung der Untersuchungen gilt mein besonderer Dank Herrn Chefarzt Dr. med. Th. Kleinschmidt, sowie den Stationsärzten der Buchbergklinik Bad Tölz. Allen Probanden danke ich für ihre Aufgeschlossenheit und ihre aktive Teilnahme.

Lebenslauf

Ich wurde am 27.7.1958 in Krumbach (Schwaben) als Tochter des Hauptschullehrers Fritz Mützel und seiner Frau Hildgard geboren.

Von 1964-1968 besuchte ich die Volksschule in Türkheim.

Danach trat ich in das Mariengymnasium in Kaufbeuren über, wo ich 1977 mit dem Abitur abschloß.

1977 wurde ich zum Medizinstudium an der LMU München zugelassen. 1983 beendete ich mein Studium mit dem Staatsexamen.

